BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) E O PROJETO DE REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DE EDIFÍCIOS

SUZANA MARCELOS VENÂNCIO

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES

Orientador: Professor Doutor Carlos Alberto Baptista Medeiros

JUNHO DE 2015

Aos meus Pais e às minhas Irmãs

“Não é o mais forte que sobrevive, nem o mais inteligente. Quem sobrevive é o mais disposto à mudança.”

Charles Darwin

AGRADECIMENTOS

Ao concluir a realização deste trabalho quero manifestar publicamente o meu sincero agradecimento a todos os que contribuíram para a sua realização, não podendo deixar de salientar algumas pessoas em particular:

Ao meu Orientador, Prof. Carlos Alberto Baptista Medeiros, agradeço o seu apoio, disponibilidade e pelos ensinamentos que me transmitiu ao longo destes meses de trabalho.

Ao Eng. Miguel Monteiro, pelo fornecimento das plantas em CAD e Revit.

À empresa TOPINFORMATICA pelo apoio na realização do projeto.

Ao Prof. João Pedro da Silva Poças Martins, pelos ensinamentos que me transmitiu relativamente ao BIM.

Um especial agradecimento à minha família pela incansável dedicação e preocupação, assim como o apoio psicológico e monetário em todo o meu percurso académico.

Igualmente, agradeço ao meu amigo Eng. David Faria, por toda a disponibilidade e interesse demostrado nomeadamente no esclarecimento de dúvidas e nas críticas construtivas que tanto enriqueceram o trabalho, bem como toda a ajuda no meu percurso académico.

Bem como a todos os meus colegas e amigos que me acompanharam e ajudaram durante o meu percurso académico.

RESUMO

Nos dias que correm, é necessário acompanhar a evolução das tecnologias da informação. Estas têm evoluído de uma forma bastante significativa ao longo dos anos, chegando a atingir também a indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).

Uma das tecnologias que se tem demonstrado como promissoras são os programas de modelação *Building Information Modeling* (BIM), que se apresenta como o próximo passo na cooperação e na colaboração entre as diversas especialidades e entre os vários intervenientes na obra. Apesar disto, ainda existem obstáculos que devem ser ultrapassados para que a sua implementação seja completamente correta em projetos e em obras, pelo facto de se caracterizar uma tecnologia complexa. Assim sendo, torna-se necessário aprofundar o conhecimento neste tema.

Os objetivos fundamentais deste trabalho consistiram na análise de um programa de modelação BIM, bem como na sua aplicação a um caso de estudo relativamente à área de hidráulica. Foi assim realizado um projeto de redes de abastecimento de água prediais e de drenagem de água residuais de edifício num programa de modelação BIM.

Iniciou-se por apresentar normativas, conceções e dimensionamentos relativamente às redes de abastecimento de água prediais e de drenagem de água residuais. De seguida realizou-se a introdução da modelação BIM, definindo e apresentando conteúdos importantes para a sua implementação.

Assim, com a análise efetuada, foi possível efetuar uma aplicação prática desta metodologia num edifício real, apresentando a aplicabilidade do modelo num projeto de redes de abastecimento de água prediais e de drenagem de água residuais.

PALAVRAS-CHAVE: BIM, Redes, Projeto, Abastecimento de água, Drenagens de águas residuais.

ABSTRACT

These days, it is necessary to follow the evolution of information technology. These have evolved quite significantly over the years, reaching also the industry of Architecture, Engineering and Construction (AEC).

One of the technologies have proven to be promising are the modeling programs Building Information Modeling (BIM), which bills itself as the next step in cooperation and collaboration between the different specialties and between the various actors in the work. Nevertheless, there are still obstacles that must be overcome so that their implementation is completely correct in projects and works, in that characterize a complex technology. Therefore, it is necessary to deepen the knowledge on this subject.

The fundamental objective of this work consisted in the analysis of a BIM modeling program and in its application to a case study regarding the hydraulic area. There was thus carried out a project of building water supply networks and building waste water drainage BIM a modeling program.

He began to present regulations, and conceptions concerning sizing gross water supply systems and waste water drainage. Then there was the introduction of BIM modeling, defining and presenting important content for its implementation.

Thus, with the performed analysis, it was possible to perform practical application of this methodology in an actual building, showing the applicability of the model in a project of building water supply systems and waste water drainage.

KEYWORDS: BIM, Networking, Project, water supply, Drainage waste water.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS i

RESUMO iii

ABSTRACT v

1. INTRODUÇÃO 1

1.1. ENQUADRAMENTO 1

1.2. OBJETIVOS E ESTRATÉGIA 1

1.3. ORGANIZAÇÃO E ESTRUTURA DO TEXTO 2

2. SISTEMAS PREDIAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICOS- REGULAMENTO PORTUGUES E NORMAS EUROPEIAS 3

2.1. ENQUADRAMENTO 3

2.2. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SISTEMAS DE ÁGUAS RESIDUAIS 3

2.2.1. ENQUADRAMENTO 3

2.2.2. EM PORTUGAL 4

2.3. REGULAMENTO GERAL DOS SISTEMAS PÚBLICOS E PREDIAIS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA E DE DRENAGEM DE ÁGUA RESIDUAIS 6

2.3.1. ENQUADRAMENTO 6

2.3.2.1. Dimensionamento: Caudal de cálculo 6

2.3.2.2. Cálculo dos diâmetros 8

2.3.2.3. Determinação das perdas de carga 9

2.3.2.4. Pressões 12

2.3.3. TITULO V – SISTEMAS DE DRENAGEM PREDIAIS DE ÁGUA RESIDUAIS 13

2.3.3.1. Dimensionamento: Caudais de descarga 13

2.3.3.2. Caudais de cálculo 13

2.3.3.3. Ramais de descarga 15

2.3.3.4. Tubos de queda 19

2.3.3.5. Colunas de ventilação 21

2.3.3.6. Coletores prediais 21

2.4. NORMAS EUROPEIA EN 806-3, SPECIFICATIONS OF INSTALLATION INSIDE BUILDINGS CONVEYING WATER FOR HUMAN CONSUMPTION – SIMPLIFIED METHOD 22

2.4.1. ENQUADRAMENTO.....22

2.4.2. CAUDAL DE CÁLCULO 23

2.4.3. CÁLCULO DOS DIÂMETROS.....25

2.4.4. PERDAS DE CARGA.....25

2.4.5. PRESSÕES 25

2.5. NORMA EUROPEIA EN12056-2. TRAÇADO E DIMENSIONAMENTO DAS REDES DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS.....26

2.5.1. ENQUADRAMENTO.....26

2.5.2. CAUDAL DE CÁLCULO 28

2.5.3. RAMAIS DE DESCARGA.....29

2.5.4. VÁLVULAS DE ADMISSÃO DE AR 37

2.5.5. TUBOS DE QUEDA.....**37**

2.5.6. VÁLVULAS DE ADMISSÃO DE AR 40

2.5.7. TUBAGENS DE VENTILAÇÃO.....40

2.5.8. COLETORES PREDIAIS 40

2.5.9. DIÂMETROS DE CÁLCULO 41

3. SISTEMAS PREDIAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICOS – CONCEÇÃO E DIMENSIONAMENTO.....43

3.1. ENQUADRAMENTO 43

3.2. SISTEMAS PREDIAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....43

3.2.1. ENQUADRAMENTO.....43

3.2.2. TIPOS DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....**45**

3.2.3. SISTEMAS PREDIAIS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA FRIA.....49

3.2.4. RESERVA PREDIAL DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO DOMÉSTICO.....49

3.2.5. INSTALAÇÕES ELEVATÓRIAS E SOBREPRESSORAS 51

3.2.6 SISTEMAS PREDIAIS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA QUENTE 51

3.2.7. SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA QUENTE COM RECIRCULAÇÃO OU RETORNO 52

3.2.8 ISOLAMENTO DAS TUBAGENS **52**

3.2.9. Instalações de produção de água quente....53
3.2.10. Traçado e instalação....53
3.2.11. Elementos e Acessórios da rede....55
3.2.11.1. Torneiras e fluxómetros....55
3.2.11.2. Válvulas....55
3.2.11.3. Contadores....57
3.3. SISTEMAS PREDIAIS DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS....57
3.3.1. ENQUADRAMENTO....57
3.3.2. DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS....58
3.3.3. CONSTITUIÇÃO DOS SISTEMAS DE DRENAGEM....60
3.3.4. REGRAS DE INSTALAÇÃO E TRAÇADO DAS REDES....62
3.3.4.1. Ramais de descarga....62
3.3.4.2. Ramais de ventilação....65
3.3.4.3. Tubos de queda....66
3.3.4.4. Colunas de ventilação....68
3.3.4.5. Coletores Prediais....70

4. BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)....71
4.1. ENQUADRAMENTO....71
4.2. FUNCIONALIDADE DO BIM....72
4.2.1. CONCEÇÃO....72
4.2.2. VISUALIZAÇÃO....72
4.2.3. QUANTIFICAÇÃO....73
4.2.4. COLABORAÇÃO....73
4.2.5. DOCUMENTAÇÃO....74
4.3. NORMAS UTILIZADAS NO BIM....75
4.3.1. NORMAS NO MUNDO....75
4.3.2. NORMAS BIM NOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA (EUA)....75
4.3.2.1. National Building Information Modeling Standard (NBIMS)....76
4.3.3. NORMAS BIM NO REINO UNIDO....78
4.3.3.1. NBS BIM Object Standard....78
4.3.4. NORMAS BIM NA FINLÂNDIA....79
4.3.4.1. Common BIM Requirements (COBIM)....79

4.3.5. O BIM EM PORTUGAL 82
4.3.5.1. Plataforma Portuguesa Tecnológica de Construção (PTPC) 82
4.3.5.2. BIMFórum Portugal 83
4.3.5.3. Projeto SIGABIM 83
4.4. INDUSTRY FOUNDATION CLASSES (IFC) 84
4.4.1. ENQUADRAMENTO 84
4.4.2. ESTRUTURA DO MODELO IFC 84
4.4.2.1. Camada de recurso 86
4.4.2.2. Camada nuclear 86
4.4.2.3. Camada de elementos partilhados 87
4.4.2.4. Camada dos domínios 88
4.5. IMPACTO DO BIM NAS VÁRIAS FASES DE OBRA 88
4.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS 89

5. CASO DE ESTUDO 91
5.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS DO PROJETO 91
5.2. METODOLOGIA 92
5.2.1. EXPORTAÇÃO DO PROJETO EM 2D PARA REVIT 92
5.2.2. IMPORTAÇÃO DO PROJETO EM REVIT PARA CYPE 93
5.2.3. CONSIDERAÇÕES INICIAIS 93
5.2.4. PROJETO DE INSTALAÇÕES 95
5.2.5. PROJETO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 96
5.2.6. PROJETO DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS **100**
3.2.7. PROJETO DE ÁGUAS RESIDUAIS 102
5.2.8. VISUALIZAÇÃO 3D 102
5.2.9. CÁLCULOS E RESULTADOS DO PROJETO 103
5.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS 104

6. CONCLUSÕES 105
6.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS 105
6.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS 106

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 107

ANEXO I 109

ANEXO II 115

ANEXO III 119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1 - Secção-tipo de coletores implantados em Lisboa em 1884 (Matos, 2003)........................5
Figura 2. 2- Esquema do processo de determinação do diâmetro (Sá, 2012) 8
Figura 2. 3- Representação do Comprimento equivalente (Sá, 2012) 11
Figura 2. 4- Valores dos comprimentos equivalentes..11
Figura 2. 5- Linha de energia entre 2 pontos (Sá, 2012)...12
Figura 2. 6- Determinação do caudal de cálculo em função dos caudais acumulados (Decreto Lei, 1995). 14
Figura 2. 7 - Distâncias máximas entre os sifões e as secções ventiladas para escoamento e secção cheia (Decreto Lei, 1995) 15
Figura 2. 8- Escoamentos a meia secção em tubagem de PVC (Pedroso, 2000)...............................17
Figura 2. 9- Escoamentos a secção cheia em tubagens de PVC (Pedroso, 2000).............................17
Figura 2. 10.- Dimensionamento de tubos de queda de água residuais domésticos (Decreto Lei, 1995) 20
Figura 2. 11 - Determinação do caudal de cálculo a partir do gráfico 24
Figura 2. 12 - Ramais de descarga não ventilados 29
Figura 2. 13 - Ramais de descarga ventilados 30
Figura 2. 14 - Ramais de descarga não ventilados nos sistemas I, II e IV (EN12056-2)......................31
Figura 2. 15 - Ramais de descarga ventilados nos sistemas I,II e IV (EN12056-2).............................35
Figura 2. 16 - Sistemas com ventilação primária (EN12056-2) 38
Figura 2. 17 - Sistemas com ventilação secundária (EN12056-2)...38

Figura 3. 1 - Demonstração de uma rede de abastecimento de água (Ferreira, 2014)........................44
Figura 3. 2 - Abastecimento direto (Medeiros, 2005). 46
Figura 3. 3 - Sistema indireto por gravidade (Medeiros, 2005)..47
Figura 3. 4 - Sistema indireto com bombeamento e reservatório inferior (Medeiros, 2005) 47
Figura 3. 5 - Sistema indireto hidropneumático (Medeiros, 2005). 48
Figura 3. 6 - Sistema indireto com bombeamento direto (Medeiros, 2005). 48
Figura 3. 7 - Sistema misto (Medeiros, 2005)...49
Figura 3. 8 - Esquema tipo de um reservatório (Medeiros, 2005) 50
Figura 3. 9 – Sistema de distribuição de água quente com circuito de retorno (Pedroso, 2000)..........52
Figura 3. 10 - Inclinação das tubagens 53
Figura 3. 11 - Instalação de tubagem sem acessórios (Pedroso, 2000) 54
Figura 3. 12 - Instalação de tubagens de água fria e quente (Pedroso, 2000)....................................54
Figura 3. 13 - Instalação de tubagem..54
Figura 3. 14 - Drenagem gravítica (Pedroso, 2000) 59
Figura 3. 15 - Drenagem com elevação (Pedroso, 2000)...59
Figura 3. 16 - Sistema misto de drenagem (Pedroso, 2000)..60
Figura 3. 17 - Elementos constituintes dum sistema de drenagem (Pedroso, 2000) 61
Figura 3. 18 - Sistema de drenagem de água residuais domésticas com ventilação primária (Pedroso, 2000) 61

Figura 3. 19 - Sistemas de drenagem de águas residuais domésticas com ventilação secundária completa (Pedroso, 2000) 62
Figura 3. 20 - Ligação de vários aparelhos a um único ramal de descarga 63
Figura 3. 21 - Ligação de um ramal de descarga de outros aparelhos a um ramal de bacia de retrete (Pedroso, 2000) 63
Figura 3. 22 - Ligação de um ramal de descarga de outro aparelho a um ramal de um urinol (Pedroso, 2000) 64
Figura 3. 23 - Ligação de ramais de descarga a coletores prediais e a tubos de queda (Pedroso, 2000) 64
Figura 3. 24 - Ligação dos ramais de descarga de bacias de retrete e de águas de sabão aos tubos de queda (Pedroso, 2000) 65
Figura 3. 25 - Ligação do ramal de ventilação ao de descarga (Pedroso, 2000) 65
Figura 3. 26 - Bateria de sanitas ou aparelhos similares (Pedroso, 2000) 66
Figura 3. 27 - Bateria de outros tipos de aparelhos (não sanitas nem similares) (Pedroso, 2000) 66
Figura 3. 28 - Mudança dos tubos de queda (Pedroso, 2000) 67
Figura 3. 29 - Ligação do tubo de queda à câmara de inspeção (Pedroso, 2000) 68
Figura 3. 30 - Ligação da coluna de ventilação ao coletor e tubo de queda (Pedroso, 2000) 69
Figura 3. 31 -Ligação ao tubo de queda....69
Figura 3. 32 - Coletores prediais enterrados (Pedroso, 2000)....70
Figura 3. 33 - Coletores instalados à vista (Pedroso, 2000)....70

Figura 4. 1 - Ciclo de vida de um edifício utilizando o BIM (Autodesk, 2014)....72
Figura 4. 2 - Conjunto de erros e de sobreposições de elementos (WIQI, 2013)....73
Figura 4. 3 -Conjunto das especialidades (Freitas, 2014) 74
Figura 4. 4 - Relações entre camadas do modelo IFC (WIQI, 2013)....85
Figura 4. 5 - Estrutura da base de dados do modelo IFC, versão 2x4 (WIQI, 2013)....86
Figura 4. 6 - Colisão de elementos, entre uma viga e de um tubo de esgoto (Freitas, 2014) 89

Figura 5. 1 – Edifício G da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto....92
Figura 5. 2 – Visualização 3D do Edifício G do programa Revit....92
Figura 5. 3 – Importação do modelo CAD/BIM....93
Figura 5. 4 - Instalação....96
Figura 5. 5 - Tomada e válvula de corte do ramal de ligação à rede de abastecimento de água....97
Figura 5. 6 - Localização da tomada e válvula de corte do ramal de ligação à rede de abastecimento de água....97
Figura 5. 7 – Pré-instalação de contador e válvula de seccionamento....98
Figura 5. 8 – Rede de abastecimento de água fria....98
Figura 5. 9 - Rede de abastecimento de água quente....99
Figura 5. 10 – Colocação das válvulas de seccionamento....99
Figura 5. 11 – Tubos de queda e Ramais de descarga....100
Figura 5. 12 – Ramais de descarga com Caixas de reunião....101
Figura 5. 13 – Ligação entre caixas de visita e à rede geral de saneamento....101

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2. 1.- Caudais mínimos nos dispositivos de utilização segundo o regulamento geral (Decreto Lei, 1995) 7
Tabela 2. 2- Número de fluxómetros em utilização simultânea de acordo com Regulamento Geral 23/95 (Decreto Lei, 1995) 8
Tabela 2. 3- Valores do fator de rugosidade 10
Tabela 2. 4- Caudais mínimos de descarga 13
Tabela 2. 5- Valores da constante de rugosidade, K 16
Tabela 2. 6- Diâmetro de ramais de descarga 18
Tabela 2. 7 - Diâmetro mínimo do ramal de descarga de cada aparelho (Decreto Lei, 1995) 18
Tabela 2. 8 - Taxa de ocupação de tubos de queda sem ventilação secundária (Decreto Lei, 1995) 19
Tabela 2. 9 - Dimensionamento dos tubos de queda (Pedroso, 2000) 20
Tabela 2. 10 - Dimensionamento das colunas de ventilação (Pedroso, 2000) 21
Tabela 2. 11 - Dimensionamento dos coletores prediais 22
Tabela 2. 12 - Caudais instantâneos (EN806-3, 2006) 23
Tabela 2. 13 - Parte da tabela de dimensionamento de tubos em PVC-C (EN806-3, 2006) 25
Tabela 2. 14 - Unidades de descarga dos aparelhos sanitários (EN12056-2) 27
Tabela 2. 15 - Fator de frequência 29
Tabela 2. 16 - Diâmetros nominais (DN) para ramais de descarga não ventilados (EN12056-2) 30
Tabela 2. 17 - Limitações para ramais de descarga não ventilados (EN12056-2) 31
Tabela 2. 18 - Limitações para ramais de descarga não ventilados no sistema III (EN12056-2) 31
Tabela 2. 19 - Diâmetros nominais (DN) para ramais de descarga ventilados (EN12056-2) 34
Tabela 2. 20 - Limitações para ramais de descarga ventilados (EN12056-2) 34
Tabela 2. 21 - Limitações para ramais de descarga ventilados no sistema III (EN12056-2) 35
Tabela 2. 22 - Caudais mínimos de ar para válvulas de admissão de ar em ramais de descarga (EN12056-2). 37
Tabela 2. 23 - Diâmetro nominais de tubos de queda com ventilação primária (EN12056-2) 39
Tabela 2. 24 - Diâmetro nominais de tubos de queda com ventilação primária (EN12056-2) 39
Tabela 2. 25 - Capacidade e velocidades de escoamento para uma taxa de ocupação de ½ (EN12056-2) 40
Tabela 2. 26 - Capacidade e velocidades de escoamento para uma taxa de ocupação de ¾ (EN12056-2) 41
Tabela 2. 27 - Diâmetros nominais e diâmetros interiores mínimos (EN12056-2) 41

Tabela 3. 1 – Tipos de válvulas (Medeiros, 2005) 56

Tabela 4. 1 - Normas ou diretrizes do BIM de alguns países (buildingSMART, 2009) 75

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

Q – Caudal de cálculo (l/s)
Q_c – Caudal de simultâneo (l/s)
Q_a – Caudal acumulado (m^3/s)
$Q_{fluxómetro}$ – Caudal de fluxómetro (l/s)
Q_{min} – Caudal mínimo (l/s)
Q_{tot} – caudal total de cálculo (l/s)
Q_{esg} – Caudal de águas residuais domésticas (l/s)
Q_{cont} – Caudais contínuos (l/s)
Q_{bomb} – Caudais de bombagem (l/s)
$Q_{máx}$ – Caudal máximo (l/s)
k – Coeficiente simultaneidade
K – rugosidade da tubagem ($m^{1/3}$/s)
D – Diâmetro mínimo
D_{int} – Diâmetro interior
D_v – Diâmetro da coluna de ventilação
D_q – Diâmetro do tubo de queda
v – Velocidade de escoamento (m/s)
$\boldsymbol{v}$ – Viscosidade cinemática (m^2/s)
b – Facto de rugosidade do material
J – Perda de carga (m/m)
$J_{localizada}$ – Perda de carga localizada (m/m)
$J_{continuas}$ – Perda de carga continuas (m/m)
J_{total} – Perda de carga total (m/m)
L – Comprimento da tubagem (m)
$L_{equivalente}$ – Comprimento equivalente (m)
L_v – altura da coluna de ventilação (m)
ΔH_t – Perda de carga total (m)
Δh – Perda de carga devido a uma variação de cota (m)
Z – Cota de um determinado ponto (m)
Δz – Variação de cota (m)
P_{jus} – Pressão a jusante (Pa)
P_{mon} – Pressão a montante (Pa)
g – Aceleração gravítica (m/s^2)
g – Peso volúmico do liquido (N/m^3)
A – Seção da tubagem (m^2)
R – Raio hidráulico (m)
i – Inclinação (m/m)
t_s – Taxa de ocupação
s_{es} – Secção ocupada pelo caudal de esgoto
s_{ar} – Secção ocupada pelo caudal de ar
H – Pressão mínima
n – numero de pisos acima do solo

RGSPPDADAR – Regulamento Geral dos Sistemas públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais
EN – Norma Europeia
DU – Unidade de Descarga
ΣDU – Somatorio da Unidade de Descarga
DN – Diâmetro Nominal

LU – Valor de Carga
PVC – Policloreto de Vinilo
PVC-C – Polocloreto de Vinilo Clorado
PVC-U – Policloreto de Vinilo Não Plástico
PEX – Plietileno Reticulado
PE-MD – Polietileno Média Densidade
PEAD – Polietileno de Alta Densidade
PEBD – Polietileno de Baixa Densidade
PE – Polietileno
PP – Polipropileno
AL – Alumínio
PB – Polibutileno
PP-R – Polipropileno Co Polímero Random
AQS – Água Quente Sanitária
BIM - Building Information Modeling
NIBS – National Intituite of Building Sciences
AIA – The American Institute of Architects
GSA – General Services Administration
AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção
NBIMS – Nacional BIM Standard
NBIMS-US - National Building Information Modeling Standard - United States
IDM – Information Delivery Manuals
MVD – Model View Definitions
COBie – Construction Operations Building Information Exchange
SPV – Spatial Program Validation
BEA - Projetar para a análise energética dos edifícios
QTO - Projetar para extração de qualidades para estimar custos
MEP – Mechanical, Electrical and Plumbing
IFC – Industry Foundation Classes
COBIM – Common BIM Requirements
CAD – Computer Aided Design
IPQ – Instituto Português Qualidade
GTBIM - Grupo de Trabalho BIM
PTPC – Plataforma Português Tecnológica de Construção
IAI - *International Alliance for Interoperability*
TI – Tecnologias de Informação
FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
DWG – Formato para troca de dados pertencente à Autodesk – Drawing
UK – United Kingdom

a.C. – Antes de Cristo
Séc. – Século
m^3/s – Metro Cúbicos por segundo
m/s – Metro por segundo
l/s – Litro por segundo
% - Percentagem
kPa – Kilopascal
˚C – Grau Celsius

m.c.a. – Metros por coluna de água
ATM - Atmosfera

1

INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

A engenharia sempre esteve ligada a importantes avanços tecnológicos, que apresentaram um impacto marcante na forma como hoje interagimos e vivemos com o mundo que nos rodeia. Utilizando um software de projeto e modelos de informação avançados possibilita à engenharia uma melhor análise de qualquer aspeto conceptual do produto, tanto nas características funcionais e físicas até ao comportamento em condições reais de utilização e dos requisitos necessários à execução. Ao recorrer a protótipos digitais torna os produtos mais eficientes e ajustados ao seu propósito, com um *design* mais adaptado. Nos dias de hoje, os mesmos conceitos tecnológicos estão a ser aplicados nos projetos de edifícios.

O mercado tem sido cada vez mais pressionado pelo controlo de custo e por novas tendências, nomeadamente em termos ambientais e ecológicos, para tal os engenheiros e arquitetos procuram novas ferramentas que possibilitem obter melhor e mais quantidade de informação do que aquela que lhes são oferecidas pelos processos mais tradicionais de projeto. Atualmente as ferramentas mais avançadas neste aspeto foram desenvolvidas sobre um novo conceito: BIM (Building Information Modeling). Este modelo ainda se encontra em fase de implementação em alguns países. Por este facto todos os dias aumentam os âmbitos e as possibilidades oferecidas por este conceito, sendo assim obrigatório identificar possibilidades e criar condições necessárias para as tornar uma realidade.

1.2. OBJETIVOS E ESTRATÉGIA

Neste trabalho, pretende-se explorar e esclarecer o conceito de regras de modelação e níveis de desenvolvimento, quando é proposta a execução e a gestão de um projeto de redes de abastecimento de água pluviais e drenagem de águas residuais com a metodologia BIM, tendo como base um projeto de execução elaborado segundo a metodologia tradicional, ou seja, peças desenhadas em CAD 2D.

Assim, o principal objetivo é realizar a modelação do projeto de redes de abastecimento de água prediais e de drenagem de águas residuais segundo a metodologia BIM, utilizando a comunicação entre Softwares que modelam em BIM.

Para atingir o objetivo proposto, determinou-se uma estratégia que a seguir se sintetiza:

- Comparar a regulamentação nacional nas áreas de abastecimento de água pluviais e de drenagem de águas residuais, com as normas europeias existentes;

- Estudar a conceção e dimensionamento das redes de abastecimento de águas pluviais e de drenagem de águas residuais;
- Estudar a metodologia do BIM e as suas normas.

1.3. ORGANIZAÇÃO E ESTRUTURA DO TEXTO

Este trabalho está organizado em sete capítulos:

- O capítulo 1 enquadra o trabalho desenvolvido, descrevendo os objetivos e a estratégia utilizada para os alcançar, bem como metodologia e estrutura utilizada;
- O capitulo 2 apresenta-se a evolução histórica das redes de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais e inclui uma abordagem às disposições regulamentares portuguesas, descrevendo- as e comparando-as com as normas europeias existentes;
- O capítulo 3 apresenta a conceção e dimensionamento das redes de abastecimento de águas pluviais e de drenagem de águas residuais, descrevendo os passos a realizar.
- O capítulo 4 aborda a modelação BIM, é apresentado uma breve exposição sobre os BIM, bem como uma apresentação das normas ou diretrizes existentes, e a extensão que esta trabalha;
- O capítulo 5 apresenta um caso de estudo, onde é apresentado projeto de redes de abastecimento de água pluviais e drenagem de águas residuais com a metodologia BIM, utilizando a capacidade de comunicação entre Softwares que modelam em BIM;
- O capítulo 6 é o último do presente trabalho. Resume as principais conclusões obtidas no corpo da dissertação e apresenta uma perspetiva de desenvolvimento futuros relativas a este tema.

2
SISTEMAS PREDIAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICOS-REGULAMENTO PORTUGUÊS E NORMAS EUROPEIAS

2.1. ENQUADRAMENTO

Desde da existência das redes prediais até aos dias de hoje, estas têm-se mostrado indispensáveis para a vida humana. Ao longo destes anos o Homem tem tentado aperfeiçoar os métodos/sistemas para que as redes se tornem cada vez mais eficazes e contribuam para melhorar a qualidade de vida dos utilizadores.

Os sistemas de drenagem de águas residuais têm sido uma preocupação ao longo destes anos, pelo facto de apresentarem um risco para a saúde pública, podendo haver transmissões de doença. Pela importância que estas redes se mostram para a saúde pública estas têm sido alvo de muitos estudos para que não haja contacto direto com os humanos, nem com o sistema de abastecimento de água.

O presente capitulo tem como objetivo apresentar a evolução histórica dos sistemas de abastecimento de água e sistemas de águas residuais, bem como os métodos de dimensionamento das canalizações de abastecimento de água prediais e drenagem de águas residuais, segundo o decreto regulamentar n.º23/95 de 23 Agosto designado por Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Água Residuais (RGSPPDADAR), Normas Europeia EN 806-3, titulada Specifications of Installation Inside Buildings Conveying Water for Human Consumption – Simplified Method e a Normas Europeia EN 12056-2 denominado de Gravity Drainage Systems Inside Buildings. Sanitary Pipework, Layout and Calculation. É necessário referir que as Normas Europeias ainda não se encontram implementadas em Portugal, mas encontram-se em estudo para que tal aconteça.

2.2. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SISTEMAS DE ÁGUAS RESIDUAIS

2.2.1. ENQUADRAMENTO

O abastecimento de água e drenagem de águas residuais representam componentes importantes para o desenvolvimento da civilização urbana.

As primeiras referências conhecidas de construções de grandes sistemas comunitários ou "públicos" encontram-se na civilização egípcia. A "Saad-ed-Kafara" é a primeira barragem, segundo as informações existentes, localizada no Egipto construída em 3000 a.c. com 107 metros de comprimento. Os primeiros aquedutos também foram construídos pela primeira vez nesta civilização, só em 1000 a.c. (Afonso, 2001).

Existiram outras civilizações a realizar obras de aquedutos, como a civilização grega e romana. Na Grécia, Atenas possuía 20 aquedutos construídos em barro e chumbo, existindo já nesta altura legislação sobre o uso da água (Afonso, 2001).

Na civilização romana não existia tanta inovação, mas sim o aperfeiçoamento das técnicas já usadas por outros povos. Os Romanos davam muita importância às questões de saúde e saneamento público, apresentando avanços bastantes significativos tanto no abastecimento e distribuição de água bem como nos sistemas de drenagem.

Segundo é conhecido os romanos realizaram 11 grandes aquedutos, com o total de 613Km, para o abastecimento da capital do seu império. Existiam ainda pelo menos outras 40 cidades romanas abastecidas da mesma forma. O primeiro aqueduto romano foi construído no séc. II, conhecido como "Aqua Marcia" tendo o maior comprimento dos 11 aquedutos com 90 Km de comprimento. A adução de água teria, para uma população superior a um milhão de habitantes, o valor aproximado de 13m^3/s (Afonso, 2001).

Relativamente a sistemas de esgotos, estes foram primeiro descobertos no Paquistão, no ano de 2500 a.C.. O material utilizado na sua construção eram tubagens de grés, que conduziam as águas residuais para os canais cobertos que iriam fertilizando e regando as culturas (Afonso, 2001).

Em Roma também foram construídas redes de drenagem em várias cidades. Uma das redes mais atingas do mundo é a "Cloaca Máxima" e situa-se em Roma e foi construída em 600 a.C.. Este trata-se de um coletor construído em tijolo, sendo inicialmente em canal depois coberto. Tem de diâmetro 3,5 m e ainda se encontra em funcionamento (Afonso, 2001).

Após esta data só houveram novamente desenvolvimentos neste tema no seculo XIX, pelo facto de terem existido uma série de epidemias na Europa fazendo com que houvesse um estancamento no desenvolvimento da engenharia sanitária.

Os sistemas de drenagem de água também voltaram a ser alvo de análise nos anos 1843 e 1850 em Hamburgo e Chicago respetivamente sendo em 1854 construída a primeira estação elevatória nos EUA mais especificamente na Pensilvânia, também nos EUA (Afonso, 2001).

O recurso à cloração, para a prática de desinfeção sistemática de água de abastecimento, foi utilizada pela primeira vez em 1904 em Inglaterra, sendo 5 anos depois utilizada nos Estados Unidos da Améria (EUA). A primeira Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) biologia foi construída em Manchester no ano 1914 (Afonso, 2001).

2.2.2. Em Portugal

Em Portugal, só existem registos sobre sistemas de drenagem de águas residuais a partir do século XV, no reinado de D. João II. Devido à epidemia que existia no país na altura, o rei D. João II ordenou que houvesse uma limpeza nas condutas que no início recebiam as águas da chuva, juntando todo o tipo de sujidades e imundícies (Matos, 2003)

O crescimento populacional foi bastante notável nos seculos XVI, XVII e XVII até ao ano do terramoto 1755, originando grandes problemas relativamente a inundações e com a higiene e limpeza da cidade (Matos, 2003).

Em 1856, meados do seculo XIX, foi registado em Lisboa e em alguns países europeus uma grande epidemia de cólera e peste fazendo com que houvesse uma urgência em desenvolver infraestruturas de drenagem de água que fossem resolver os problemas de higiene e saúde pública. Esta medida foi aplicada por Rossano Garcia, em 1884, que realizou o projeto de renovação da rede de esgotos. A figura abaixo apresenta tipos de coletores escolhidos no projeto (Matos, 2003)

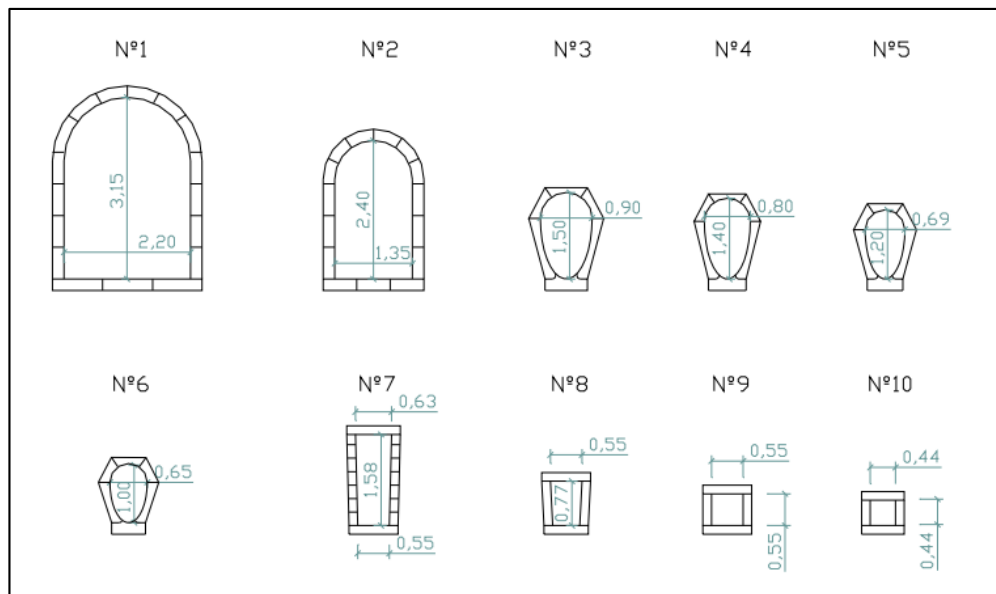



Figura 2. 1 - Secção-tipo de coletores implantados em Lisboa em 1884 (Matos, 2003)

A maior parte destes coletores, foram construídos em cantaria e alguns em alvenaria de tijolo. A instalação de coletores de betão, pré-fabricado ou betonado na obra, só surgiu no início século XX, sendo estes realizadas com juntas fechadas de argamassa de cimento, ajudando assim na autolimpeza e estanquidade do material (Matos, 2003).

Relativamente aos sistemas de drenagens separativas tiveram origem no Reino Unido, sendo aplicado em todo o mundo em meados do século XX. Em Portugal a primeira construção foi na cidade do Porto (Matos, 2003).

Devido à evolução dos sistemas de drenagem de águas relativamente à preocupação com a saúde pública, o primeiro regulamento publicado em Portugal sobre as instalações prediais de águas e esgotos, surgiu em 1880 intitulado *Regulamento dos Encanamentos Particulares*. Nesta época previa-se a separação das águas negras das águas cinzentas, sendo assim até aos anos 30 do século passado. Após esta data generalizou-se a conceção dos sistemas com um único tubo de queda acompanhado por uma coluna de ventilação lateral (Ferreira, 2013).

Nas datas 1943 e 1946 foi publicado o *Regulamento Geral das Canalizações de Águas e Esgotos*, tendo-se até aso dias de hoje, servindo de suporte no dimensionamento das redes prediais de maioria das construções (Ferreira, 2013).

Em 1994 foi criado o Decreto-Lei nº207/94 de 6/8 que veio atualizar a legislação existente em relação aos sistemas públicos e prediais de distribuição de água e de drenagem de águas residuais, aprovando as atividades de conceção, instalação e exploração dos sistemas públicos e prediais (Ferreira, 2013).

Atualmente é utilizado o *RGSPPDADAR* no Decreto-Regulamentar nº23/95 de 23/8 que foi aprovado em 1995.

2.3. Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais

2.3.1. Enquadramento

O decreto regulamentar n.º23/95 de 23 Agosto – regulamento geral dos sistemas públicos e prediais de distribuição de água e de drenagem de água residuais surge para assegurar um bom funcionamento dos sistemas, tendo em conta a preservação da saúde e segurança da população e dos respetivos utentes. Este regulamento encontra-se dividido da seguinte maneira:

Título I e II – Disposições gerais;

Título III – Sistemas de distribuição predial de água;

Título IV – Sistemas de drenagem pública de água residuais;

Título V – Sistemas de drenagem predial de água residuais;

Título VI – Estabelecimento e exploração de sistemas públicos;

Título VII – Estabelecimento e exploração de sistemas prediais.

Para uma melhor compreensão desta dissertação será necessário uma análise mais aprofundada relativamente aos títulos III e IV.

2.3.2. Título III – Sistemas de distribuição predial de água

2.3.2.1. Dimensionamento: Caudal de cálculo

Para obter o caudal de cálculo é necessário ter em conta os caudais instantâneos atribuídos aos dispositivos de utilização. Este caudal não poderá ser inferior aos valores mínimos referenciados no Regulamento Geral, relativamente a cada dispositivo (Tabela 2.1).

Tabela 2. 1.- Caudais mínimos nos dispositivos de utilização segundo o regulamento geral (Decreto Lei, 1995)

Dispositivos de utilização	Caudais mínimos (l/s)
Lavatório individual	0,10
Lavatório coletivo (por unidade)	0,05
Bidé	0,10
Banheira	0,25
Chuveiro individual	0,15
Pia de despejo com torneira de Φ 15 mm	0,15
Autoclismo de bacia de retrete	0,10
Mictório com torneira individual	0,15
Pia lava-louça	0,20
Bebedouro	0,10
Máquina de lavar louça	0,15
Máquina ou tanque de lavar roupa	0,20
Bacia de retrete com fluxómetro	1,50
Mictório com fluxómetro	0,50
Boca de rega ou lavagem de Φ 15mm	0,30
Idem de Φ 20mm	0,45
Maquinas industriais e outros aparelhos não especificados	Em conformidade com as indicações dos fabricantes.

É necessário ter em conta que existe uma probabilidade de que os dispositivos de utilização não sejam utilizados todos ao mesmo tempo. Por esta razão foi criado um coeficiente de simultaneidade que considera várias probabilidades de funcionamento em simultaneidade dos dispositivos existentes em cada caso de estudo.

O coeficiente de simultaneidade consiste na relação entre o caudal simultâneo máximo previsível (Qc), ou seja o caudal de cálculo, e o caudal acumulado de todos os dispositivos de utilização alimentados pela secção (Qa).

$$\boldsymbol{Qc = K \times Qa} \tag{2.1}$$

Caso de se tratar de uma instalação de fluxómetros (caudal controlado e de fechamento automático), à fórmula anteriormente referida é necessário adicionar o caudal de cálculo dos fluxómetros (Qfluxómetro), tendo em conta a tabela 2.2.

$$Qc = k \times Qa + Qfluxómetro \quad (2.2)$$

Tabela 2. 2- Número de fluxómetros em utilização simultânea de acordo com Regulamento Geral 23/95 (Decreto Lei, 1995)

Número de fluxómetros instalados	Em utilização simultânea
3 a 10	2
11 a 20	3
21 a 50	4
Superior a 50	5

2.3.2.2. Cálculo dos diâmetros

A figura 2.2 representa as fases a ter em conta no cálculo dos diâmetros mínimos para o dimensionamento do sistema de abastecimento de água.

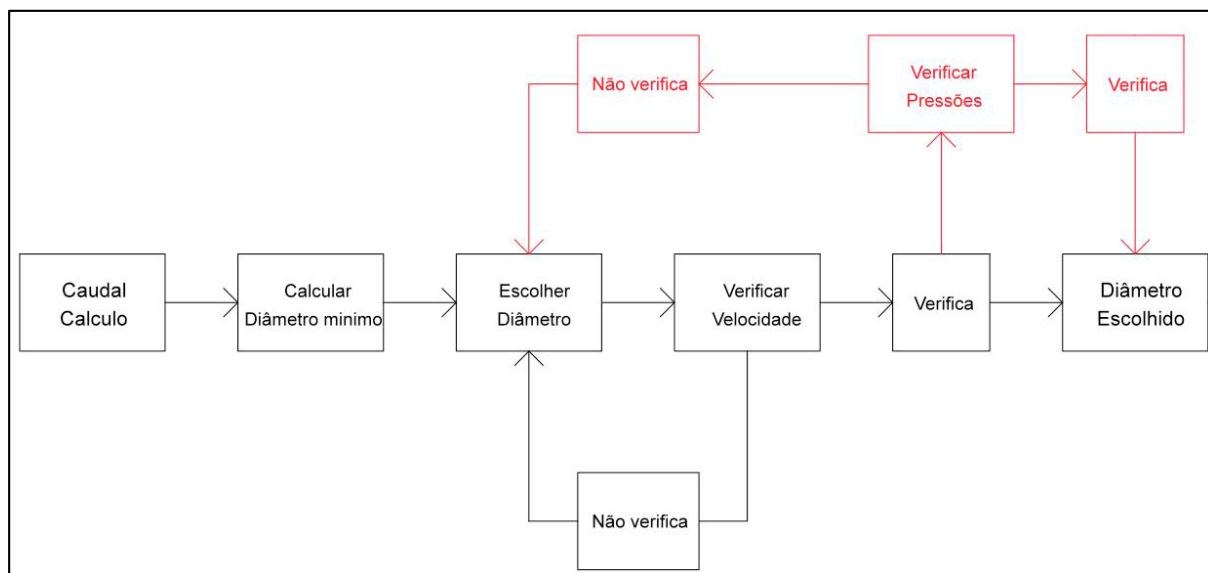



Figura 2. 2- Esquema do processo de determinação do diâmetro (Sá, 2012)

Após a obtenção do caudal de cálculo é possível efetuar o dimensionamento da tubagem com a utilização da equação 2.3, o diâmetro mínimo é calculado relacionando velocidade de escoamento e o caudal de cálculo.

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Qc}{\pi \times v}} \quad (2.3)$$

Devido à existência de duas incógnitas nesta fase é necessário atribuir um valor de velocidade de escoamento. Segundo o Regulamento Geral este deve situar-se entre 0,5m/s e 2,0m/s, sendo habitualmente utilizado 1m/s.

Com o valor do diâmetro mínimo calculado é possível escolher o diâmetro da tubagem a utilizar, tendo em conta o tipo de material que melhor se adapta à situação de abastecimento de água. É necessário ter em consideração que o diâmetro interior escolhido deverá ser superior ao diâmetro mínimo calculado.

Após a escolha do material e do diâmetro é necessário efetuar a verificação da velocidade utilizando a equação (2.3) sendo a incógnita a velocidade. Caso a velocidade se encontre entre os parâmetros do Regulamento Geral entre 0,5m/s e 2,0m/s é verificado o diâmetro escolhido, caso este valor seja inferior ou superior é necessário escolher outro diâmetro até que esta velocidade respeite estas condições.

Na figura 2.2 está representado um caminho a vermelho que demonstra a questão de perda de carga existente ao longo da conduta relacionado com o diâmetro. É necessário realizar esta verificação quando as pressões exigidas e as pressões fornecidas pelo sistema apresentam-se muito próximas. A escolha do diâmetro é importante neste caso para que a pressão seja suficiente para fornecer todos os dispositivos com a pressão desejada (Sá, 2012).

2.3.2.3. Determinação das perdas de carga

A perda de carga consiste essencialmente no atrito existente entre um líquido em movimento e as superfícies em contacto com o mesmo. As características da tubagem, variações da direção, variação das cotas ou pelos acessórios utilizados, podem gerar turbulência resultando na diminuição da pressão inicial.

Existem dois tipos de perdas de cargas designadas por contínuas e por localizadas. As perdas de cargas contínuas estão relacionadas com o percurso que a água realiza, ou seja, pelo material que é composto a tubagem. Já as perdas de cargas localizadas aparecem devido às mudanças de direção, os acessórios utilizados e à variação de cota.

A perda de carga poderá ser calculada a partir de ábacos, tabelas ou pela fórmula de Flamant. A equação 2.4 demostra a fórmula de Flamant, sendo a opção mais utilizada.

$$\boldsymbol{D} \times \boldsymbol{J} = \boldsymbol{4} \times \boldsymbol{b} \times \sqrt[4]{\frac{\boldsymbol{v}^7}{\boldsymbol{D}}} \tag{2.4}$$

Sendo que:

D_{int} = Diâmetro interior da tubagem (Kymmell);

J = Perda de carga (m/m);

b = Rugosidade;

v = Velocidade do escoamento (m/s)

A rugosidade vária com o tipo de material utilizado. Na tabela 2.3 estão representados os valores correspondentes a cada material.

Tabela 2. 3- Valores do fator de rugosidade

Fórmula de Flamant	b
Ferro fundido	0,00023
Aço galvanizado	0,90 × 0,00023
Cobre ou aço inox	0,86 × 0,00023
Plásticos	0,60 × 0,00023

Relativamente às perdas de carga localizadas estas podem ser calculadas de dois modos. O primeiro com método simplificado, que consiste em definir o valor das perdas de carga localizadas com uma percentagem das perdas de carga contínuas. Já no segundo método, são contabilizados todas as perdas localizadas existentes no local. Abaixo são representadas as expressões relativamente ao método simplificado que normalmente se consideram ser 20% das perdas de carga contínuas (Pedroso, 2000).

$$\boldsymbol{Jlocalizadas = 0,2 \times Jcontinua} \quad (2.5)$$

Ou

$$\boldsymbol{Jtotal = 1,2 \times Jcontinua} \quad (2.6)$$

É necessário ter em conta que este método não contabiliza as perdas de cargas devidas à diferença de cota sendo necessário soma-las ao valor obtido nas expressões (2.5) ou (2.6) (Sá, 2012).

O segundo modo é o método mais rigoroso devido a este contabilizar todas as perdas de carga existentes na conduta e transforma-las num comprimento equivalente que por fim será multiplicado pelo valor de perda de carga contínua. O comprimento equivalente representa o comprimento de reta da conduta, afetado de comprimentos arbitrados que simbolizam as perdas de carga localizadas de cada curva, válvulas e equipamento. Aplicando as perdas de carga continuas sobre o comprimento equivalente obtido, alcançamos uma solução aproximada da realidade. (Sá, 2012).

Na figura 2.3 está representado o método que deverá ser considerado no comprimento equivalente. Para obter as perdas de carga relativamente aos equipamentos em medidas de comprimento equivalente será necessário recorrer a figura 2.4.

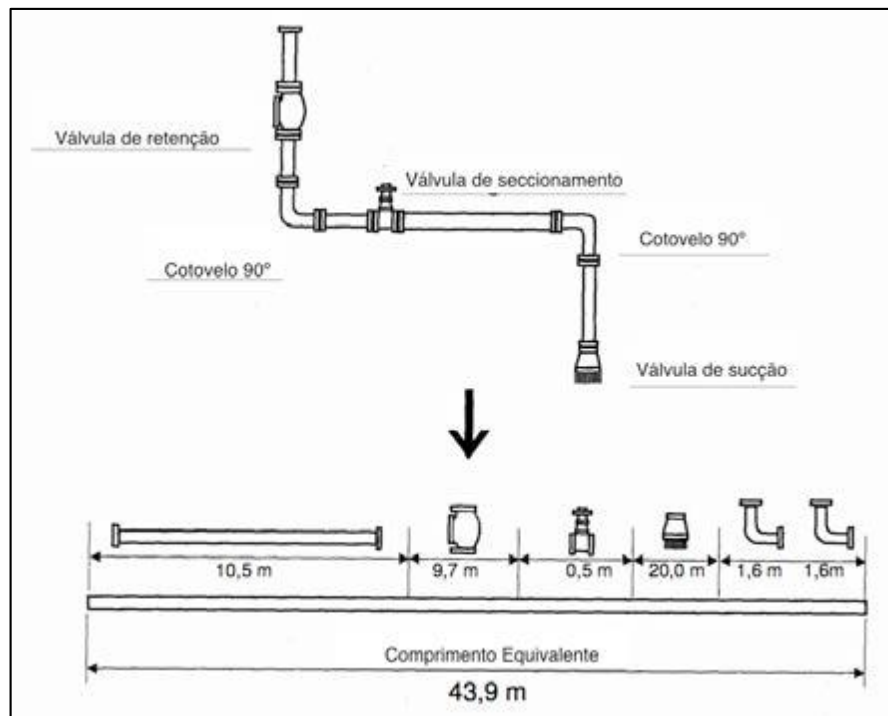



Figura 2. 3- Representação do Comprimento equivalente (Sá, 2012)

Comprimentos equivalentes a perdas localizadas. (Expressos em metros de canalização retilínea)*

DIÂMETRO D mm	pol.	COTOVELO 90° RAIO LONGO	COTOVELO 90° RAIO MÉDIO	COTOVELO 90° RAIO CURTO	COTOVELO 45°	CURVA 90° R/D - 1 1/2	CURVA 90° R/D - 1	CURVA 45°	ENTRADA NORMAL	ENTRADA DE BORDA	REGISTRO DE GAVETA ABERTO	REGISTRO DE GLOBO ABERTO	REGISTRO DE ÂNGULO ABERTO	TÊ PASSAGEM DIRETA	TÊ SAÍDA DE LADO	TÊ SAÍDA BILATERAL	VÁLVULA DE PÉ E CRIVO	SAÍDA DA CANALIZAÇÃO	VÁLVULA DE RETENÇÃO TIPO LEVE	VÁLVULA DE RETENÇÃO TIPO PESADO
13	½	0,3	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,1	4,9	2,6	0,5	1,0	1,0	5,6	0,4	1,1	1,6
19	¾	0,4	0,6	0,7	0,3	0,3	0,4	0,2	0,3	0,5	0,1	6,7	3,6	0,4	1,4	1,4	5,6	0,5	1,6	2,4
25	1	0,5	0,7	0,8	0,4	0,3	0,5	0,2	0,3	0,7	0,2	8,2	4,6	0,5	1,7	1,7	7,3	0,7	2,1	3,2
32	1 ¼	0,7	0,9	1,1	0,5	0,4	0,5	0,3	0,4	0,9	0,2	11,3	5,6	0,7	2,3	2,3	10,0	0,9	2,7	4,0
38	1 ½	0,9	1,1	1,3	0,6	0,5	0,7	0,3	0,5	1,0	0,3	13,4	6,7	0,9	2,8	2,8	11,6	1,0	3,2	4,8
50	2	1,1	1,4	1,7	0,8	0,6	0,9	0,4	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	1,1	3,5	3,5	14,0	1,5	4,2	6,4
63	2 ½	1,3	1,7	2,0	0,9	0,8	1,0	0,5	0,9	1,9	0,4	21,0	10,0	1,3	4,3	4,3	17,0	1,9	5,2	8,1
75	3	1,6	2,1	2,5	1,2	1,0	1,3	0,6	1,1	2,2	0,5	26,0	13,0	1,6	5,2	5,2	20,0	2,2	6,3	9,7
100	4	2,1	2,8	3,4	1,3	1,3	1,6	0,7	1,6	3,2	0,7	34,0	17,0	2,1	6,7	6,7	23,0	3,2	6,4	12,9
125	5	2,7	3,7	4,2	1,9	1,6	2,1	0,9	2,0	4,0	0,9	43,0	21,0	2,7	8,4	8,4	30,0	4,0	10,4	16,1
150	6	3,4	4,3	4,9	2,3	1,9	2,5	1,1	2,5	5,0	1,1	51,0	26,0	3,4	10,0	10,0	39,0	5,0	12,5	19,3
200	8	4,3	5,5	6,4	3,0	2,4	3,3	1,5	3,5	6,0	1,4	67,0	34,0	4,3	13,0	13,0	52,0	6,0	16,0	25,0
250	10	5,5	6,7	7,9	3,8	3,0	4,1	1,8	4,5	7,5	1,7	85,0	43,0	5,5	16,0	16,0	65,0	7,5	20,0	32,0
300	12	6,1	7,9	9,5	4,6	3,6	4,8	2,2	5,5	9,0	2,1	102,0	51,0	6,1	19,0	19,0	78,0	9,0	24,0	38,0
350	14	7,3	9,5	10,5	5,3	4,4	5,4	2,5	6,2	11,0	2,4	120,0	60,0	7,3	22,0	22,0	90,0	11,0	28,0	45,0

* Os valores indicados para registros de globo, aplicam-se também às torneiras, válvulas para chuveiros e válvulas de descarga.

Figura 2. 4- Valores dos comprimentos equivalentes

Após a obtenção do comprimento equivalente é necessário multiplica-lo pela perda de carga continua para conseguirmos obter a perda de carga total da conduta, como foi referido anteriormente.

$$Jtotal = Jcontinua \times Lequivalente \tag{2.7}$$

Para concluir este cálculo é necessário ter em conta as perdes de carga resultantes das variações de cota que deverão ser calculados a partir do seu somatório. Estas variações poderão provocar um aumento ou uma diminuição da perda de carga, sendo este aumento provocado pela variação positiva da cota ou diminuída no caso da variação da cota ser negativa. Por fim é necessário somar as perdas de cargas totais, obtidas numa das fórmulas anteriores, com a diferença de cotas presentes na conduta em estudo (Sá, 2012).

$$\Delta H_t = J_t + \Delta h \tag{2.8}$$

2.3.2.4. Pressões

Relativamente às pressões o Regulamento Geral dos Sistemas Públicas e Prediais de Distribuição de Água Residuais refere que “ as pressões de serviço nos dispositivos de utilização devem situar-se entre 50 kPa e 600 kPa, sendo recomendável por razões de conforto e durabilidade dos materiais, que se mantenham entre 150 kPa e 300 kpa” (Decreto Lei, 1995).

Para que este ponto do Regulamento Geral seja verificado é necessário recorrer ao cálculo de pressão com a utilização da equação de Bernoulli representada a baixo e representado na figura 2.5 que possibilita calcular a pressão num determinado ponto utilizando a pressão de outro ponto conhecido (Sá, 2012).

$$\frac{P_{jus}}{\gamma} + Z_{jus} + \frac{v^2_{jus}}{2 \times g} + 1.2 \times J \times L = \frac{P_{mon}}{\gamma} + Z_{mon} + \frac{v^2_{mon}}{2 \times g} \tag{2.9}$$

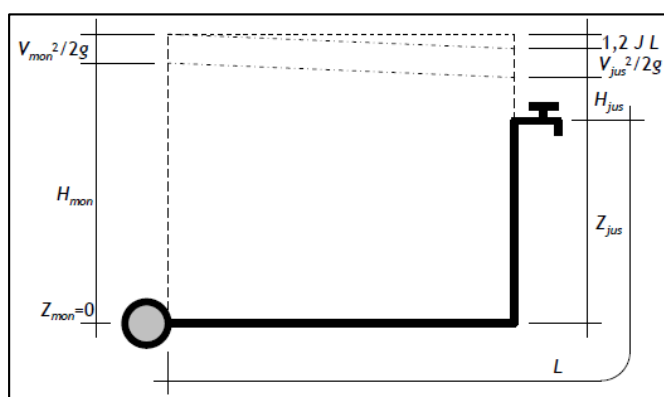



Figura 2. 5- Linha de energia entre 2 pontos (Sá, 2012)

2.3.3. TITULO V – SISTEMAS DE DRENAGEM PREDIAIS DE ÁGUAS RESIDUAIS

2.3.3.1. Dimensionamento: Caudais de descarga

Os caudais de descargas representam os caudais de descarregados pelos equipamentos sanitários para a redes prediais de drenagem (Pedroso, 2000).

Segundo o Regulamento Geral os valores mínimos dos caudais de descarga dos equipamentos e dos aparelhos sanitários encontram-se representados na tabela 2.4.

Tabela 2. 4- Caudais mínimos de descarga

Aparelhos Sanitários	Caudal de descarga (l/min.)
Bacia de retrete	90
Banheira	60
Bidé	30
Chuveiro	30
Lavatório	30
Máquina lava-louça	60
Máquina lava-roupa	60
Mictório de espaldar	90
Mictório suspenso	60
Pia lava-louça	30
Tanque	60
Maquinas industriais e outros aparelhos não especificados.	Em conformidade com as indicações do fabricante.

2.3.3.2. Caudais de cálculo

Na determinação dos caudais de cálculo é necessário ter em conta que os aparelhos e equipamentos poderão não funcionar em simultaneidade utilizando assim um coeficiente de simultaneidade para definir a probabilidade dessa ocorrência. O cálculo do caudal de cálculo consiste no somatório dos caudais de descarga de todos os aparelhos sanitários sendo designado por caudais acumulados.

Segundo o Regulamento Geral designa-se por coeficiente de simultaneidade numa dada secção a relação entre o caudal simultâneo máximo calculável, ou seja o caudal de cálculo, e o caudal acumulado de todos os dispositivos de utilização alimentados através dessa secção (Decreto Lei, 1995).

A obtenção deste coeficiente de simultaneidade pode ser obtido por dois métodos: por via analítica ou por gráfico.

$$Qc = K \times Qa \tag{2.10}$$

Em casos de balneários, recintos desportivos, quarteis, escolas, entre outros onde é possível que os equipamentos sanitários possam ser utilizados em simultaneidade é necessário utilizar o coeficiente de simultaneidade igual à unidade (Pedroso, 2000).

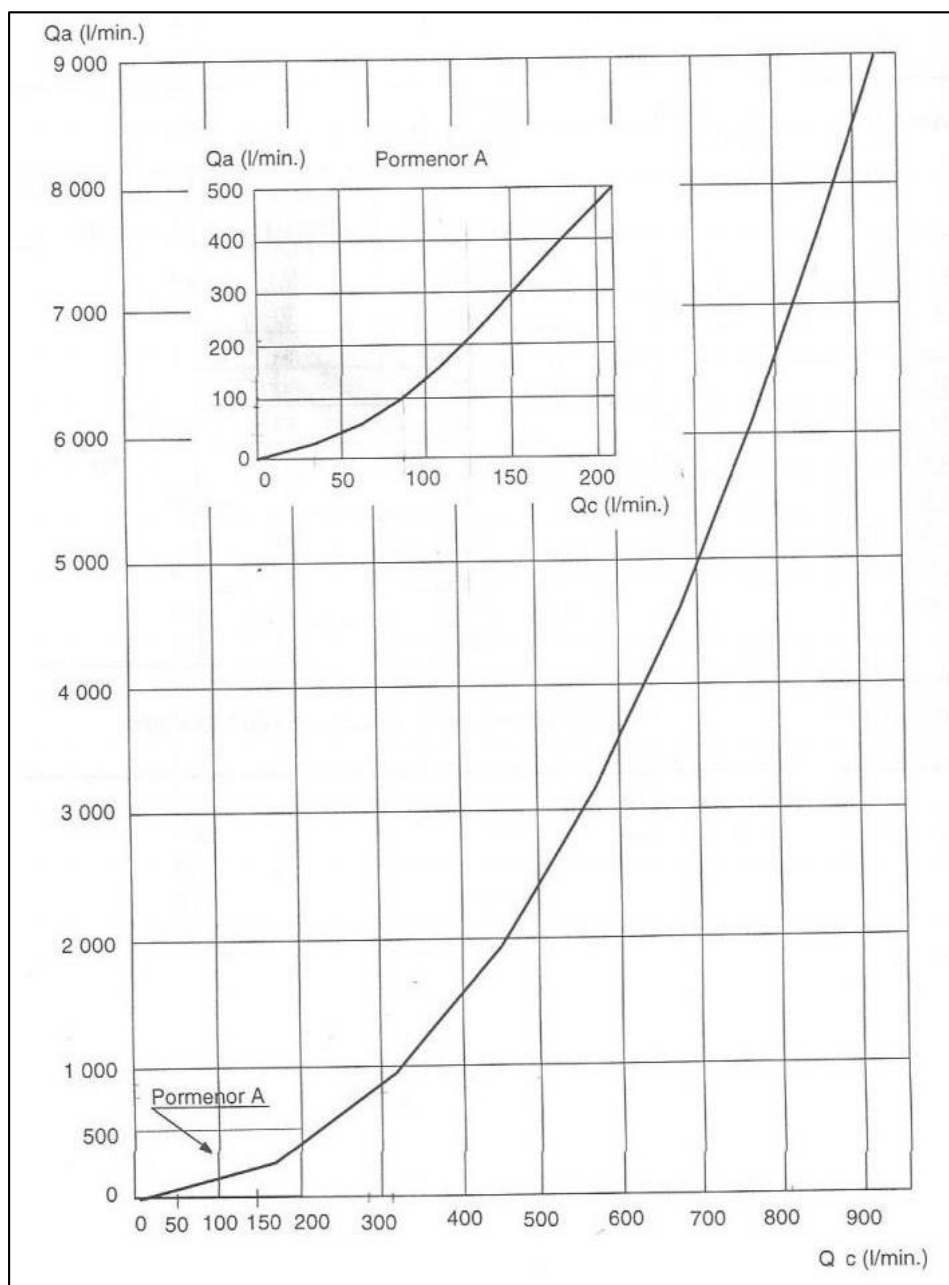



Figura 2. 6- Determinação do caudal de cálculo em função dos caudais acumulados (Decreto Lei, 1995).

O método gráfico acima ilustrado apresenta uma curva com base em dados estatísticos tendo em conta os coeficientes de simultaneidade, sendo possível obter os caudais de cálculo de forma direta para edifícios de habitação corrente através dos caudais acumulados.

2.3.3.3. Ramais de descarga

Os ramais de descarga tem como objetivo a condução das águas residuais domésticas para o respetivo tudo de queda, ou caso este não exista são conduzidos para os coletores prediais.

No dimensionamento dos ramais de descargas de águas residuais domésticas deve-se ter em conta os seguintes pontos:

- Os caudais de cálculo;
- As inclinações, que devem situar-se entre 10 e 40 mm/m;
- A rugosidade do material;
- O risco de perda do fecho hídrico.

O Regulamento Geral dita que os ramais de descarga individuais podem ser dimensionados para escoamentos a secção cheia, desde que sejam garantidas as distâncias máximas entre o sifão e a secção ventilada apresentada na figura abaixo que representa a distâncias máximas (Decreto Lei, 1995).

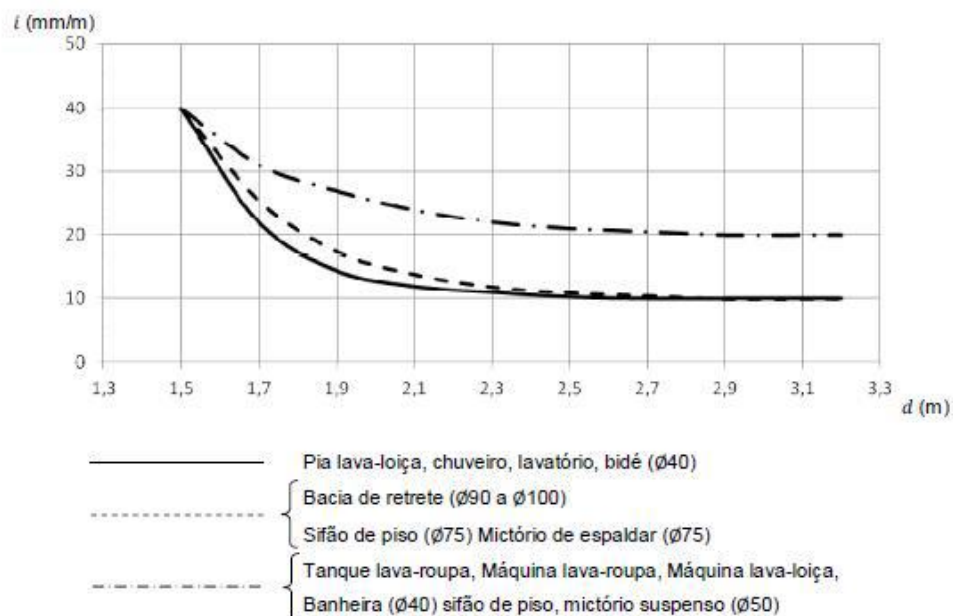



Figura 2. 7 - Distâncias máximas entre os sifões e as secções ventiladas para escoamento e secção cheia (Decreto Lei, 1995)

Quando estas distâncias são excedidas e em caso de não existirem ramais de ventilação, os ramais de descarga devem ser dimensionadas para escoamento de meia secção. Os ramais de descarga não individuais também deverão ser dimensionados obrigatoriamente para meia secção.

Para o cálculo do diâmetro interior dos ramais de descarga não individuais deveremos utilizar a fórmula de Manning-Strikler.

$$Qc = K \times A \times R^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}} \quad (2.11)$$

Sendo que:

- Qc = caudal de cálculo (m^3/s);
- K = rugosidade de tubagem ($m^{1/3}/s$);
- A = secção da tubagem ocupada pelo fluido (m^2);
- R = raio hidráulico (m);
- i = inclinação (m/m).

Para o cálculo do raio hidráulico é necessário ter-se em conta a secção em estudo, tendo assim as equações para secção cheia e meia secção.

- Secção cheia

$$D = \frac{Q^{\frac{3}{8}}}{0{,}6459 \times K^{\frac{3}{8}} \times i^{\frac{3}{16}}} \quad (2.12)$$

- Secção meia cheia

$$D = \frac{Q^{\frac{3}{8}}}{0{,}4980 \times K^{\frac{3}{8}} \times i^{\frac{3}{16}}} \quad (2.13)$$

A rugosidade, K, é constante para o material em estudo. Na tabela 2.5 são exposto os valores K.

Tabela 2. 5- Valores da constante de rugosidade, K

Constituição das tubagens	K ($m^{1/3}$,s)
PVC	120
Cimento liso, chapa metálica sem soldaduras, fibrocimento	90 a 100
Cimento afagado, aço com proteção betuminoso	85
Reboco, grés, ferro fundido novo	80
Betão, ferro fundido usado	75
Ferro fundido usado	70

Para o material PVC é possível obter o diâmetro dos ramais de descarga a partir de abacos do regulamento geral como é demostrado na figura 2.8 e 2.9.

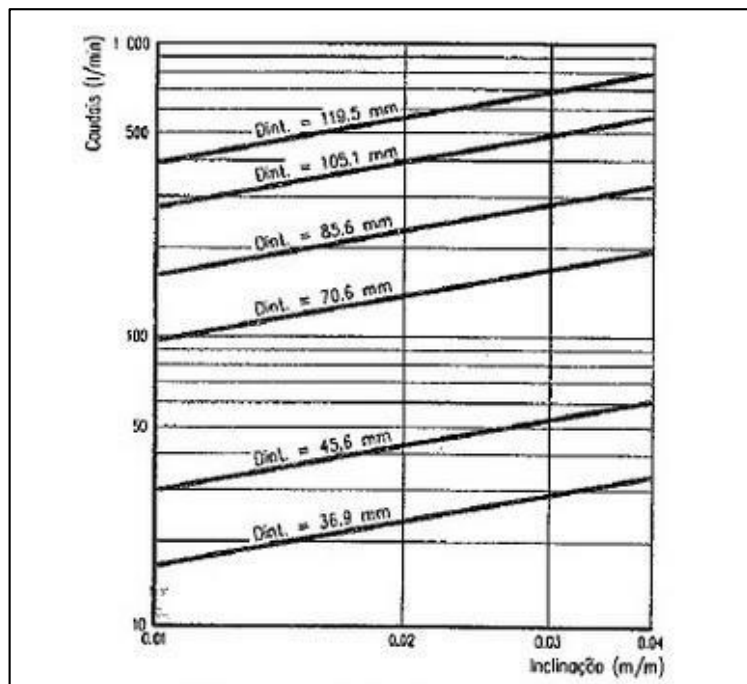



Figura 2. 8- Escoamentos a meia secção em tubagem de PVC (Pedroso, 2000)

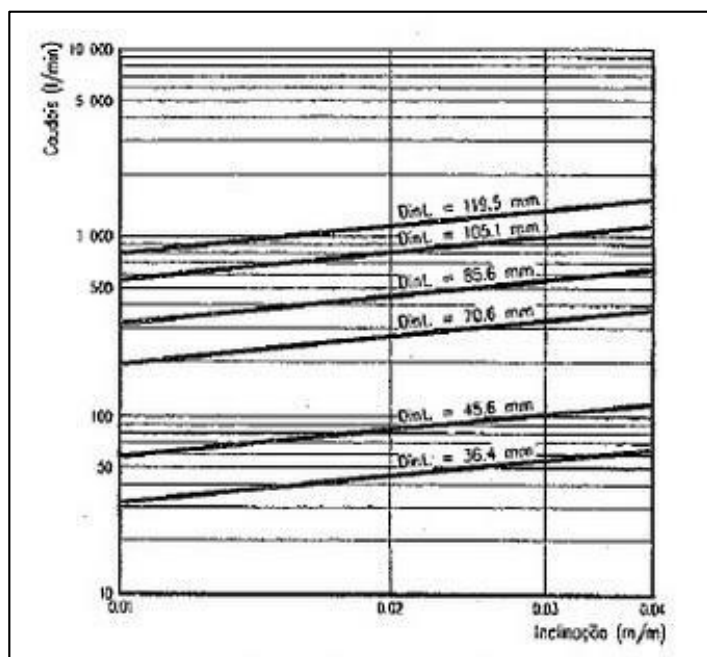



Figura 2. 9- Escoamentos a secção cheia em tubagens de PVC (Pedroso, 2000)

Outro método possível para obter o diâmetro de meia secção em tubagens de PVC é através da tabela abaixo que nos fornece os diâmetros dos ramais de descarga.

Tabela 2. 6- Diâmetro de ramais de descarga

DN (mm)	Caudais			
	Inclinação			
	1%	2%	3%	4%
40	16	23	28	33
50	30	42	52	60
75	96	135	165	191
90	160	226	277	319
110	276	390	478	552
125	389	550	673	777

Relativamente aos diâmetros mínimos dos ramais de descarga individuais de cada aparelho devem ser considerados os valores ditados pelo regulamento geral apresentado na tabela 2.7

Tabela 2. 7 - Diâmetro mínimo do ramal de descarga de cada aparelho (Decreto Lei, 1995)

Aparelhos sanitários	Diâmetro mínimo do ramal de descarga (mm)
Bacia de retrete	90
Banheira	40
Bidé	40
Chuveiro	40
Lavatório	40
Máquina lava-louça	50
Máquina lava-roupa	50
Mictório de escaldar	75
Mictório suspenso	50
Pia lava-louça	50
Tanque	50

2.3.3.4. Tubos de queda

Os tubos de queda têm como finalidade conduzir as águas residuais domésticos dos ramais de descarga até aos coletores prediais, sendo também simultaneamente utilizado para ventilar as redes prediais e públicas (Decreto Lei, 1995).

Os caudais de cálculo são parte fundamental no dimensionamento dos tubos de queda, estando diretamente relacionados com os caudais de descarga.

Os caudais de descargas são função do diâmetro do tubo de queda e da taxa de ocupação.

Já taxa de ocupação baseia-se na relação entre a secção ocupada pelo caudal das águas residuais com secção ocupada pelo caudal de ar como consta na equação 2.14. Caso o tubo de queda tenha ventilação secundaria[1] esta taxa não deverá exceder o valor de um terço e caso não tenha ventilação secundaria este valor deve estar compreendido entre 1/7 a 1/3 como podemos ver na tabela 2.8.

$$\boldsymbol{t_s} = \frac{S_{es}}{S_{es}+S_{ar}} \tag{2.14}$$

Tabela 2. 8 - Taxa de ocupação de tubos de queda sem ventilação secundária (Decreto Lei, 1995)

Diâmetro do tubo de queda (mm)	Taxa de ocupação
D = 50	Um terço
50<D≤75	Um quarto
75<D≤100	Um quinto
100<D≤125	Um sexto
D>125	Um sétimo

Os valores da tabela são obtidos segundo a relação experimental demostrado abaixo (Pedroso, 2000)

$$\frac{\boldsymbol{Q - caudal\ de\ cálculo\ (l/min)}}{\boldsymbol{D - diâmetro\ do\ tubo\ de\ queda\ (mm)}} \leq \mathbf{2,5} \tag{2.15}$$

Caso, o tubo de queda seja superior a 35m e o seu caudal for superior a 700l/min, é obrigatória a instalação de colunas de ventilação.

A obtenção do diâmetro do tubo de queda poderá ser obtido pela expressão 2.16, por método direto a partir da tabela 2.9 ou pelo abaco da figura 2.10, fornecido pelo Regulamento geral.

$$\boldsymbol{D = 4,4205 \times Q^{\frac{3}{8}} \times t_s^{-\frac{5}{8}}} \tag{2.16}$$

[1] Ventilação Secundária – conjunto de canalizações constituídas pelas colunas e ramais de ventilação

Tabela 2. 9 - Dimensionamento dos tubos de queda (Pedroso, 2000)

DN (mm)	Diâmetro interior (mm)	Caudais (l/min)				
		Taxa de ocupação				
		1/3	1/4	1/5	1/6	1/7
50	45,6	81	50	34	25	20
75	70,6	259	160	111	82	63
90	85,6	433	268	185	136	106
110	105,1	749	464	320	236	182
125	119,5	1055	653	450	334	257
140	133,9	1429	885	610	450	348
160	153,0	2039	1262	870	642	497
200	191,4	3704	2293	1581	1167	902
250	239,4	6728	4165	2872	2119	1639

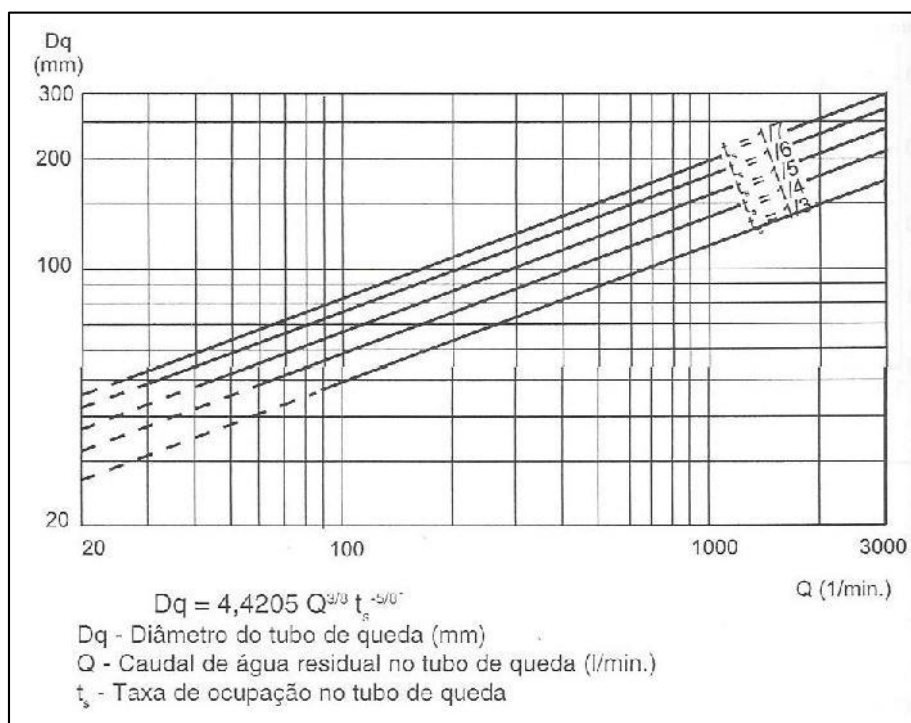



Figura 2. 10.- Dimensionamento de tubos de queda de água residuais domésticos (Decreto Lei, 1995)

2.3.3.5. Colunas de ventilação

As colunas de ventilação vêm completar a ventilação primária, quando a taxa de ocupação é superior aos valores fixados pelo Regulamento Geral (tabela 2.8), quando a existência de ramais de ventilação assim o exija, quando não existe tubos de queda ou quando a altura do tubo de queda é superior a 35 m e o caudal for superior a 700 l/min.

Para o dimensionamento das colunas de ventilação é necessário ter em atenção o diâmetro e a sua altura. O diâmetro não deve diminuir no sentido ascendente. A sua terminação poderá ser feita pela expressão 2.17 ou obtida pala tabela 2.10.

$$\boldsymbol{Dv = 0,3901 \times Lv^{0,187} \times Dq} \quad (2.17)$$

Sendo que:

- Dv – diâmetro da coluna de ventilação (Kymmell);
- Lv – altura da coluna de ventilação (m);
- Dq – diâmetro do tubo de queda (Kymmell).

Tabela 2. 10 - Dimensionamento das colunas de ventilação (Pedroso, 2000)

DN (mm)	DI (mm)	Altura máxima (m)						
		Diâmetro do tubo de ventilação						
		90	110	125	140	160	200	250
50	45,6	5						
75	70,6	55	18	9	5			
90	85,6	154	51	26	14	7		
110	105,1		154	77	42	21	6	
125	119,5			154	84	41	12	
140	133,9				154	75	23	7
160	153,0					154	46	14
200	191,4						154	46

2.3.3.6. Coletores prediais

Os coletores prediais tem como objetivo a recolha das águas residuais vindas dos tubos de queda, dos ramais de descarga localizadas no piso superior adjacente e das condutas elevatórias, sendo depois conduzidas para o ramal de ligação ou para outro tubo de queda (Decreto Lei, 1995).

No seu dimensionamento é necessário ter em conta:

- Os caudais de cálculo;

- A inclinação, que deve estar entre 10 mm/m e a 40 mm/m, sendo possível baixar até 5 mm/m no caso de coletores prediais de águas pluviais;
- A rugosidade do material.

O caudal de cálculo deve ser determinada da mesma forma que no ponto 2.3.3.2 deste capítulo.
Os coletores prediais de águas residuais domésticas devem ser dimensionados para um escoamento não superior a meia secção (Decreto Lei, 1995).
Relativamente ao diâmetro este não pode ser inferior ao maior dos diâmetros das tubagens que a ele estão ligadas, com um mínimo de 100 mm. A sua secção não pode diminuir no sentido do escoamento.
O Cálculo do diâmetro poderá fazer-se de duas maneiras: a primeira é a partir da expressão 2.11 apresentado anteriormente neste capítulo e a segunda diretamente pela tabela 2.11 que foi obtida a partir da expressão 2.11 para um escoamento de meia secção e para um material de PVC (K=120 $m^{1/3}/s^{-1}$).

Tabela 2. 11 - Dimensionamento dos coletores prediais

DN (mm)	DI (mm)	Caudais (l/m)			
		Inclinação			
		1%	2%	3%	4%
110	105,1	276	390	478	552
125	119,5	389	550	673	777
140	133,9	527	745	912	1053
160	153,0	751	1063	1301	1503
200	191,4	1365	1931	2365	2730
250	239,4	2479	3506	4294	4959
315	301,8	4598	6503	7965	9197

2.4. NORMA EUROPEIA EN 806-3, SPECIFICATIONS OF INSTALLATION INSIDE BUILDINGS CONVEYING WATER FOR HUMAN CONSUMPTION – SIMPLIFIED METHOD

2.4.1. ENQUADRAMENTO

A Norma Europeia EN806 é dividida em 5 partes, sendo estas as seguintes:

- Parte 1: Generalidade
- Parte 2: Conceção
- Parte 3: Dimensionamento
- Parte 4: Instalação
- Parte 5: Exploração e manutenção

A parte 3 refere-se ao dimensionamento das instalações de água para interiores de edifícios para consumo humano é o ponto a ter em conta para a realização desta dissertação, por este fato, será analisada com mais detalhe.

A EN806-3 tem o intuito de uniformizar e simplificar todo o processo cálculo em todos os países da união europeia. O método proposto nesta norma de redes de águas frias e quentes, não podendo ser utilizado no dimensionamento de circuitos de retorno[2]. A EN806-3 foi implementada em Portugal em junho de 2006 (Sá, 2012).

A norma distingue os sistemas de duas formas: primeira como sistemas normais que consiste nos sistemas de abastecimento de construções residuais, sendo estas unifamiliares ou multifamiliares, segunda como sistemas especial sendo estes referentes às restantes construções, como comércios e industrias.

As principais características hidráulicas ditadas pelo regulamento demonstram-se as seguintes (Sá, 2012):

- 500 kPa de pressão máxima no ponto de consumo;
- 100 kPa de pressão dinâmica no ponto de consumo;
- 2m/s velocidade de escoamento máximo em ramais principais e prumadas;
- 4m/s velocidade de escoamento máximo em sub-ramais;
- Caudal unitário, Q_A, caudal mínimo Q_{min} e valores de carga nos pontos de consumo definidos;
- Os valores de caudal de pico não poderão ser superior a determinados valores.

2.4.2. Caudal de cálculo

O cálculo do caudal de cálculo é realizado através dos caudais mínimos como é verificado na tabela 2.12, sendo este método semelhante ao utilizado no regulamento português, tendo no entanto valores ligeiramente diferentes. Nesta tabela apresenta-se os caudais unitários, caudais mínimos e valores de carga, estando este em unidade de carga (LU)[3].

Tabela 2. 12 - Caudais instantâneos (EN806-3, 2006)

Aparelhos sanitários	Q_A (l/s)	Q_{min} (l/s)	Valores de carga (LU)
Lavatório	0,1	0,1	1
Bidé			
Caixa de descarga			
Pia de cozinha	0,2	0,15	2
Máquina de lavar – roupa			
Máquina de lavar – louça			
Chuveiro			
Válvula de mictório	0,3	0,15	3

[2] Circuitos de retorno - consiste num circuito de recirculação de água quente, que permite manter a água a circular e ter água quente sempre à disposição.

[3] LU - 1 LU é igual a 0,1 l/s.

Tabela 2. 12- Caudais instantâneos (continuação) (EN806-3, 2006)

Aparelhos sanitários	Q_A (l/s)	Q_{min} (l/s)	Valores de carga (LU)
Válvula de banheira	0,4	0,3	4
Torneira para jardim/ Garagem	0,5	0,4	5
Pia de cozinha comercial DN20	0,8	0,8	8
Banheira			
Válvula DN20	1,5	1,0	15
Máquinas comerciais de lavar roupa	De acordo com as indicações do fabricante		

O método de cálculo consiste num ponto de consumo, sendo este o mais afastado e a partir desse ponto determinar as unidades de carga relativamente a todos os pontos da conduta. Este caudal de cálculo é obtido a partir do gráfico representado na figura 2.11. Para obter este caudal é necessário saber o número de unidade de carga e o valor individual máximo de LU relativos à conduta até ao ponto em estudo.

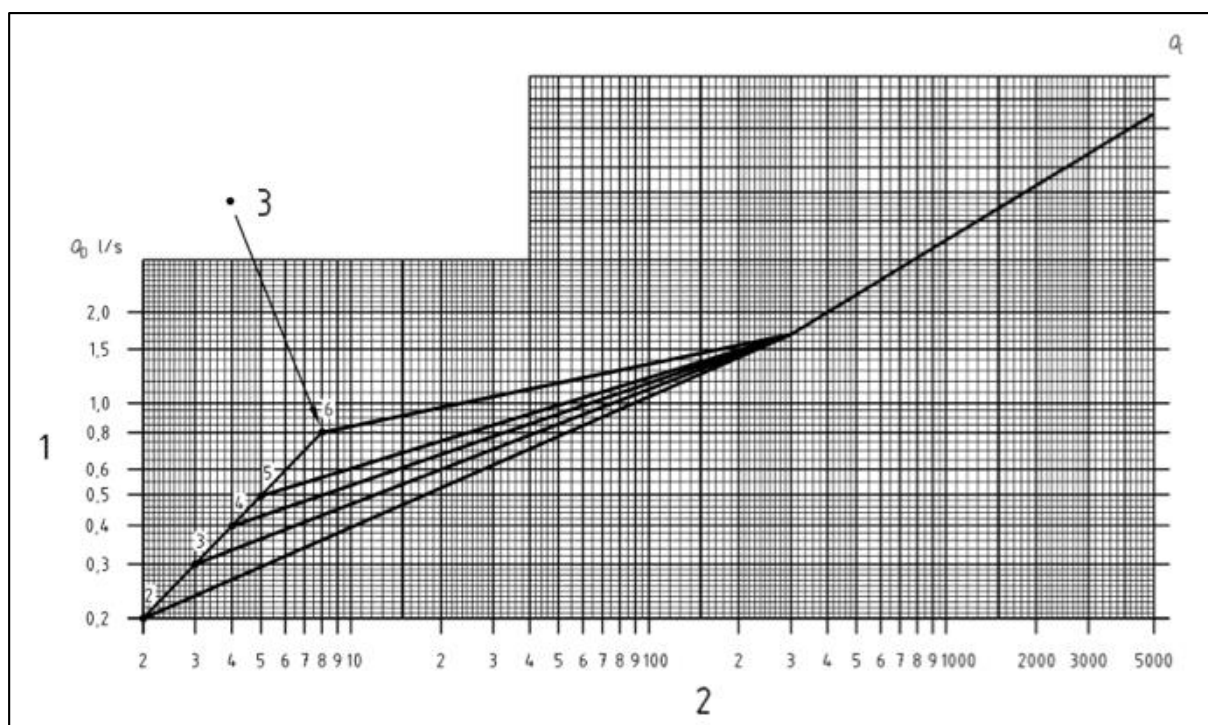



Figura 2. 11 - Determinação do caudal de cálculo a partir do gráfico

Na figura 2.11 pode-se verificar um gráfico com dois eixos, sendo o eixo designado por 1 o caudal de cálculo e no eixo representado como 2 o somatório das unidade de carga. As curvas assinaladas como 3 representam o LU individual máximo.

2.4.3. Cálculo dos diâmetros

Os valores obtidos anteriormente do somatório do número de LU poderá ser utilizado para a determinação do diâmetro a partir das tabelas fornecidas na norma, sendo de seguida apresentado um excerto dessas tabelas (tabela 2.13). As tabelas foram realizadas tendo em conta a probabilidade do uso em simultâneo dos vários aparelhos, não sendo necessário aplicar fatores específicos para essa correção. As tabelas ainda são divididas por diferentes materiais como tubagens de aço zincado, cobre, aço inoxidável, PVC-C, PB, PEX, material composto (PE-MD/AL/PE-HD, PP e PEX/AL/PE-HD). Caso o material usado não esteja presente nestas tabelas é possível escolher o material mais próximo e escolher o diâmetro existente mais próximo.

É necessário ter em conta o valor individual máximo das LU até a secção em estudo, e ainda o comprimento máximo das tubagens em alguns diâmetros.

Tabela 2. 13 - Parte da tabela de dimensionamento de tubos em PVC-C (EN806-3, 2006)

Valor máximo das LU	LU	3	4	5	10	20	45	160	420	900
Maior valor individual (LU)	LU			4	5	8				
Da ×S	mm	16×2,0			20×2,3	25×2,8	32×3,6	40×4,5	50×5,6	63×6,9
Di	mm	12,0			15,4	19,4	24,8	31	38,8	49,2
Comprimento máximo (tubo)	m	10	6	5						

2.4.4. Perdas de carga

Relativamente as perdas de carga a norma não especifica nenhum método de cálculo para a sua obtenção, porém, é essencial ter em conta as perdas de cargas existentes nas tubagens. Para tal é necessário recorrer às fórmulas hidráulicas de determinação do diâmetro e das perdas de carga utilizadas no Regulamento Geral Português, sendo que o caudal de cálculo deverá ser determinada a partir do gráfico da figura 2.9 da respetiva norma europeia EN806-3.

2.4.5. Pressões

Como foi referido anteriormente sobre este ponto a norma fixa que a pressão máxima estática para os dispositivos de utilização tem um máximo de 500 kPa e que em dispositivos para fins de rega, jardins e garagens tem um máximo de 1000 kPa. A norma ainda estipula que as pressões residuais mínimas nos dispositivos de utilização poderá ser 100 kPa, sendo que este valor poderá ser mais elevado em alguns dispositivos.

2.5. NORMA EUROPEIA EN12056-2. TRAÇADO E DIMENSIONAMENTO DAS REDES DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS

2.5.1. ENQUADRAMENTO

A Norma Europeia EN 12056, destina-se a sistemas prediais de drenagem com escoamento gravítico, sendo este subdivido em 5 partes:

- Parte 1: Requisitos gerais e desempenho;
- Parte 2: Traçado e dimensionamento das redes de água residuais domésticas;
- Parte 3: Traçado e dimensionamento das redes de águas pluviais;
- Parte 4: Traçado e dimensionamento de estações elevatórias de águas residuais;
- Parte 5: Instalação e testes de sistemas de drenagem, instruções de operação, manutenção e uso.

Neste subcapítulo será analisado a parte 2 da Norma Europeia, sendo esta dirigida ao traçado e dimensionamento das redes prediais de drenagem de águas residuais.

A EN 12056-2 divide os tipos sistemas de redes em quatro sistemas, sendo estes os seguintes (Ferreira, 2013):

- Sistema I: Sistema com um único tubo de queda com escoamento a meia secção nos ramais de descarga;
- Sistema II: Sistema com um único tubo de queda com altura da lâmina líquida até 0,7 do diâmetro nos ramais de descarga;
- Sistema III: Sistema com um único tubo de queda, com escoamento a secção cheia nos ramais de descarga e ligação individual de cada ramal ao tubo de queda;
- Sistema IV: Sistema separativo dos tipos I, II e III em que as águas negras, provenientes das bacias de retrete e urinóis, são separadas das águas cinzentas.

Na Norma Europeia admite 24 soluções possíveis relativamente aos sistemas descritos em cima e ás possíveis configurações, enquanto que o Regulamento Geral Português apenas admite 8 situações possíveis. Apesar desta diferença é necessário controlar a pressão para que não ocorra a diminuição do fecho hídrico (Ferreira, 2013).

Relativamente às regras gerais, não existe grandes diferenças entre esta Norma Europeia e o Regulamento Geral Português, sendo apenas referido que o fecho hídrico dos sifões não pode ser inferior a 50mm e que o diâmetro nominal dos tubos de queda não pode ser reduzido na direção do escoamento (ANQIQ).

A EN 12056-2 apenas é admitida para sistemas de drenagem de água residuais domésticas por gravidade, sendo que, caso seja um sistema de descargas de piscinas ou com efluentes comerciais ou industriais estes devem ser calculados individualmente (Ferreira, 2013).

Para o dimensionamento a Norma Europeia baseia-se na atribuição de unidade de descarga (DU) aos respetivos aparelhos sanitários. Na tabela 2.14 abaixo apresenta estas unidades de descarga e apresenta os caudais de descarga correspondestes ao Regulamento Geral Português.

Tabela 2. 14 - Unidades de descarga dos aparelhos sanitários (EN12056-2)

Aparelhos Sanitários	Unidades de descarga (l/s)				Regulamento Geral
	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV	Caudais de descarga (l/s)
Lavatório, bidé	0,5	0,3	0,3	0,3	0,5
Chuveiro (sem tampão)	0,6	0,4	0,4	0,4	0,5
Chuveiro (com tampão)	0,8	0,5	1,3	0,5	0,5
Urinol individual com cisterna	0,8	0,5	1,3	0,5	1,0 ou 1,5[4]
Urinol individual com fluxómetro	0,5	0,3	-	0,3	-
Urinol contínuo	0,2[1]	0,2[1]	0,2[1]	0,2[1]	-
Banheira	0,8	0,6	1,3	0,5	1,0
Pia lava-louça	0,8	0,6	1,3	0,5	0,5
Máquina lava-louça doméstica	0,8	0,6	0,2	0,5	1,0
Máquina lava-roupa (6Kg)	0,8	0,6	0,6	0,5	1,0
Máquina lava-roupa (12Kg)	1,5	1,2	1,2	1,0	1,0
Bacia de retrete com cisterna (4l)	[2]	[2]	[2]	[2]	1,5[5]
Bacia de retrete com cisterna (6l)	2,0	1,8	1,2 a 1,7[3]	2,0	1,5[5]
Bacia de retrete com cisterna (7,5l)	2,0	1,8	1,4 a 1,8[3]	2,0	1,5[5]
Bacia de retrete com cisterna (9l)	2,5	2,0	1,6 a 2,0[3]	2,5	1,5[5]
Ralo de piso DN 50	0,8	0,9	-	0,6	-
Ralo de piso DN 70	1,5	0,9	-	1,0	-
Ralo de piso DN 100	2,0	1,2	-	1,3	-
Tanque[6]	-	-	-	-	1,0

Em que:

[1] Por Pessoa
[2] Não permitido
[3] Dependente do modelo (válido apenas para cisternas não pressurizadas)
[4] O Regulamento Geral faz depender o valor do tipo de mictório e não da solução de descarga
[5] O Regulamento Geral não faz depender o valor do volume da cisterna
[6] Referido apenas pelo Regulamento Geral
- Sem dados disponíveis

2.5.2. CAUDAL DE CÁLCULO

Os caudais de cálculo são calculados a partir da equação 2.18 que poderá ser utilizado em qualquer secção do sistema de drenagem.

$$\boldsymbol{Q_{tot} = Q_{esg} + Q_{cont} + Q_{bomb}} \tag{2.18}$$

Sendo que:

- Qtot – Caudal total de cálculo (l/s);
- Qesg – Caudal de águas residuais domésticas (l/s);
- Qcont – Caudais contínuos (l/s);
- Qbomb – caudais de bombagem (l/s).

A obtenção do caudal de águas residuais doméstico é feita a partir da equação 2.19.

$$Q_{esg} = k\sqrt{\sum DU} \tag{2.19}$$

Sendo que:

- K – fator de frequência
- ΣDU – Somatório das unidades de descarga

A tabela 2.15 apresenta o fator de frequência correspondente ao tipo de utilização dos parelhos sanitários.

Tabela 2. 15 - Fator de frequência

Tipo de Utilização	K
Uso intermitente (residências, pensões, escritórios)	0,5
Uso frequente (hospitais, escolas, restaurantes, hotéis)	0,7
Uso congestionado (sanitários e chuveiros público)	1,0
Uso especial (laboratórios)	1,2

É necessário ainda garantir que o caudal máximo seja maior a pelo menos um dos seguintes pontos (Ferreira, 2013):

- Caudal total de cálculo Q_{tot};
- Maior valor de unidade de descarga, dos aparelhos sanitários situados na secção em estudo.

2.5.3. Ramais de descarga

Os ramais de descargas podem ser não ventilados ou ventilados. Nos ramais não ventilados o controlo de pressão é adquirido através do fluxo de ar existente no próprio ramal e nos ramais ventilados a obtenção do controlo de pressão é realizado pelas válvulas de admissão de ar ou pelos ramais de ventilação. Abaixo estão representado as configurações possíveis para estes ramais fornecido pela EN12056-2 (EN12056-2).

Figura 2. 12 - Ramais de descarga não ventilados

1 – Banheira
2 – Lavatório
3 – Bacia de retrete
4 – Ralo de piso
5 – Válvula de admissão de ar
6 – Tubo de queda
7 – Ramal de descarga
8 – Coletor predial
9 - Tramo de ventilação
10 – Coluna de ventilação
11 – Ramal de ventilação
12 – Mictório

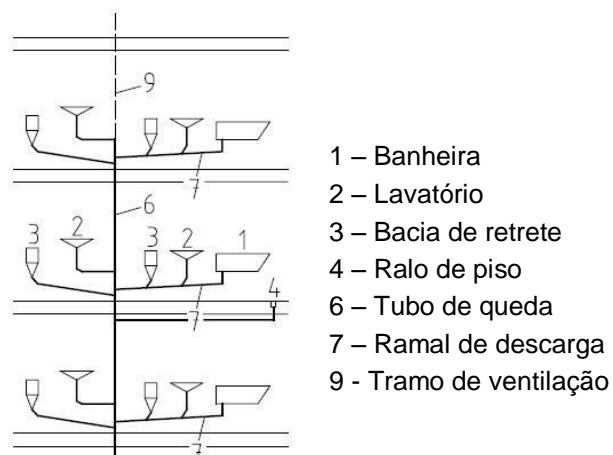
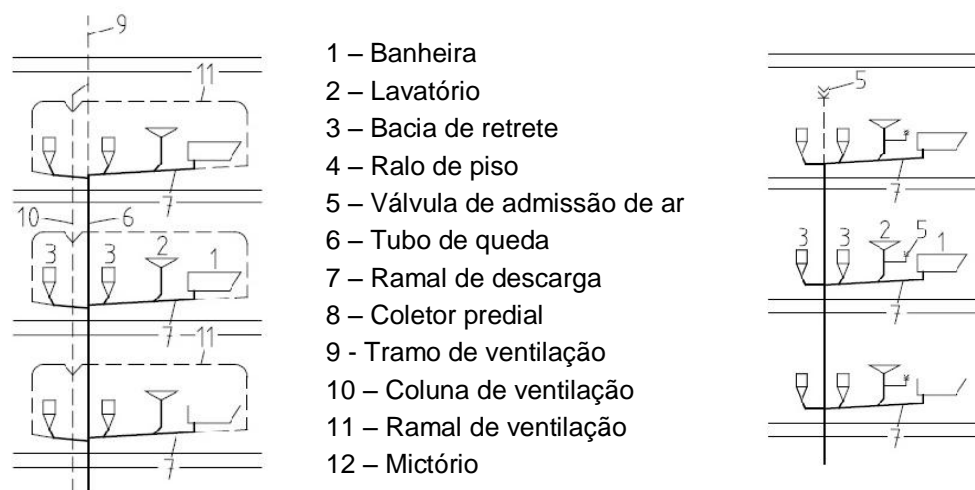



Figura 2. 13 - Ramais de descarga ventilados

Relativamente aos diâmetros a utilizar nos ramais não ventilados, estes podem ser obtidos a partir das tabelas fornecidas pela norma EN 12056-2, que também apresentam uma tabela com limitações quanto ao traçado dos ramais. Caso essas limitações sejam ultrapassadas deve-se considerar os ramais ventilados a não ser que alguma norma ou regulamento do local de estudo permita.

Na tabela 2.16 estão representados os diâmetros nominais possíveis a ser utilizados nos sistemas I, II e IV para ramais não ventilados, estando este em função do caudal de dimensionamento. Na tabela 2.17 estão presentes as limitações para ramais de descarga não ventilados para os sistemas I,II e IV, em quanto na tabela 2.18 estão presentes as limitações e diâmetros nominal para ramais não ventilados do sistema III.

Tabela 2. 16 - Diâmetros nominais (DN) para ramais de descarga não ventilados (EN12056-2)

$Q_{máx}$ (l/s)	Sistema I DN (mm)	Sistema II DN (mm)	Sistema IV DN (mm)
0,40	[1]	30	30
0,50	40	40	40
0,80	50	[1]	[1]
1,00	60	50	50
1,50	70	60	60
2,00	80[2]	70[2]	70[2]
2,25	90[3]	80[4]	80[4]
2,50	100	90	100

Em que:

[1] Não permitido
[2] Sem bacias de retrete
[3] Não mais do que duas bacias de retrete e uma mudança total de direção não superior a 90º
[4] No máximo uma bacia de retrete

Tabela 2. 17 - Limitações para ramais de descarga não ventilados (EN12056-2)

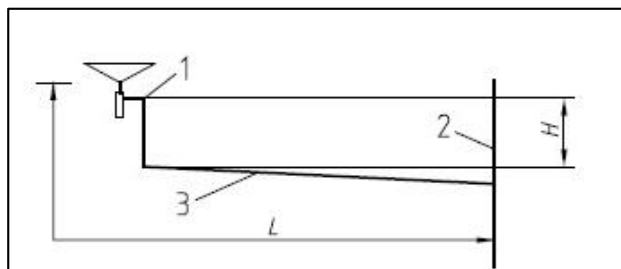
Limitações	Sistema I	Sistema II	Sistema IV
Comprimento máximo do ramal de descarga (L), medido desde o aparelho sanitário até à inserção no tubo de queda	4,0 m	10,0 m	10,0 m
Número máximo de curvas a 90º (não incluindo a primeira curva a seguir ao sifão)	3	1	3
Altura máxima do troço vertical (H), com inclinação igual ao superior a 45º	1,0 m	6,0 m DN>70 3,0 m DN=70	1,0 m
Inclinação mínima	1%	1,5%	1%

1 – CURVA DE LIGAÇÃO
2 – TUBO DE QUEDA
3 – RAMAL DE DESCARGA

Figura 2. 14 - Ramais de descarga não ventilados nos sistemas I, II e IV (EN12056-2)

Tabela 2. 18 - Limitações para ramais de descarga não ventilados no sistema III (EN12056-2)

Aparelho sanitário	Diâmetro nominal DN (mm)	Fecho hídrico mínimo (mm)	Comprimento máximo entre o sifão e o tubo de queda (m)	Inclinação (%)	Número máximo de curvas	Altura máxima do troço vertical (m)
Lavatório, bidé (Sifão 30 mm)	30	75	1,7	2,2[1]	0	0
Lavatório, bidé (Sifão 30 mm)	30	75	1,1	4,4[1]	0	0
Lavatório, bidé (Sifão 30 mm)	30	75	0,7	8,7[1]	0	0

Tabela 2. 18- Limitações para ramais de descarga não ventilados no sistema III (continuação) (EN12056-2)

Aparelho sanitário	Diâmetro nominal DN (mm)	Fecho hídrico mínimo (mm)	Comprimento máximo entre o sifão e o tubo de queda (m)	Inclinação (%)	Número máximo de curvas	Altura máxima do troço vertical (m)
Lavatório, bidé (Sifão 30 mm)	40	75	3,0	1,8 a 4,4	2	0
Chuveiro, banheira	40	50	Sem limites[2]	1,8 a 9,0	Sem limite	1,5
Urinol de parede	40	75	3,0	1,8 a 9,0	Sem limite[4]	1,5
Urinol transversal	50	75	3,0	1,8 a 9,0	Sem limite[4]	1,5
Urinol contínuo ("mural)	60	50	3,0	1,8 a 9,0	Sem limite[4]	1,5
Pia lava – louça (Sifão 40 mm)	40	75	Sem limite[2]	1,8 a 9,0	Sem limite	1,5
Máquina lavar roupa ou loiça	40	75	3,0	1,8 a 4,4	Sem limite	1,5
Bacia de retrete com saída ≤ 80 mm[6]	75	50	Sem limite	i ≥ 1,8	Sem limite[4]	1,5
Bacia de retrete com saída ≤ 80 mm[6]	100	50	Sem limite	i ≥ 1,8	Sem limite[4]	1,5
Triturador de cozinha [7 10]	40 min.	75[8]	3,0[3]	i ≥ 13,5	Sem limite[4]	1,5
Triturador toalhetes sanitários[10]	40 min.	75[8]	3,0[3]	i ≥ 5,4	Sem limite[4]	1,5
Ralo de piso	50	50	Sem limite[3]	i ≥ 1,8	Sem limite	1,5
Ralo de piso	70	50	Sem limite[3]	i ≥ 1,8	Sem limite	1,5

Tabela 2. 18- Limitações para ramais de descarga não ventilados no sistema III (continuação) (EN12056-2)

Aparelho sanitário	Diâmetro nominal DN (mm)	Fecho hídrico mínimo (mm)	Comprimento máximo entre o sifão e o tubo de queda (m)	Inclinação (%)	Número máximo de curvas	Altura máxima do troço vertical (m)
Ralo de piso	100	50	Sem limite[3]	i ≥ 1,8	Sem limite	1,5
4 Bacias em série	50	75	4,0	1,8 a 4,4	0	0
Urinóis de parede[8]	50	75	Sem limite	1,8 a 9,0	Sem limite[4]	1,5
Máximo de 8 bacias de retrete[6]	100	50	15,0	0,9 a 9,0	2	1,5
Até 5 bacias com torneiras de spray[9]	30 máx.	50	4,5[3]	1,8 a 4,4	Sem limite[4]	0

Em que:

[1] É possível uma inclinação superior se o comprimento for inferior ao comprimento máximo permitido.

[2] Se o comprimento da rede for superior a 3 m pode originar uma descarga ruidosa e risco de bloqueio da rede.

[3] Deve ser mais curto possível para evitar problemas de deposição.

[4] Curvas apertadas devem ser evitadas.

[5] Para urinóis até 7 pessoas. Urinóis com largura superior devem ter mais de um orifício de descarga (ANQIQ).

[6] Ligação de ramais de diâmetro igual de bacias de retrete deve-se fazer a 45º ou menos, ou com um raio da linha central não inferior ao diâmetro interno do tubo (ANQIQ).

[7] Inclui pequenas máquinas de descascar batatas.

[8] Sifões tubulares, exceto de garrafa, ou sifão auto-ferrantes (não usuais em Portugal) (ANQIQ).

[9] Os ralos destas bacias não devem ter tampão (ANQIQ).

[10] Não usual em Portugal (ANQIQ).

Relativamente aos ramais de ventilação, apresenta-se a tabelas para a obtenção do diâmetro nominal e as refentes limitações a ter em conta no traçado dos ramais (tabelas 2.19, 2.20 e 2,21).

Tabela 2. 19 - Diâmetros nominais (DN) para ramais de descarga ventilados (EN12056-2)

$Q_{máx}$ (l/s)	Sistema I		Sistema II		Sistema IV	
	Ramal de descarga DN (mm)	Ramal de ventilação DN (mm)	Ramal de descarga DN (mm)	Ramal de ventilação DN (mm)	Ramal de descarga DN (mm)	Ramal de ventilação DN (mm)
0,60	[1]	[1]	30	30	30	30
0,75	50	40	40	30	40	30
1,50	60	40	50	30	50	30
2,25	70	50	60	30	60	30
3,00	80[2]	50[2]	70[2]	40[2]	70[2]	40[2]
3,40	90[3]	60[3]	80[4]	40[4]	80[4]	40[4]
3,75	100	60	90	50	90	50

Em que:

[1] Não permitido

[2] Sem bacias de retrete

[3] Não mais do que 2 bacias de retrete e uma mudança total de direção não superior a 90º

[4] No máximo uma bacia de retrete

Tabela 2. 20 - Limitações para ramais de descarga ventilados (EN12056-2)

Limitações	Sistema I	Sistema II	Sistema IV
Comprimento máximo do ramal descarga (L), medido desde o aparelho sanitário até à inserção no tubo de queda	10,0 m	Sem limite	10,0 m
Número máximo de curvas a 90º (não incluindo a primeira curva a seguir ao sifão)	Sem limite	Sem limite	Sem limite
Altura máximo do troço vertical (H), com inclinação igual ou superior a 45º	3,0 m	3,0 m	3,0 m
Inclinação mínima	0,5%	1,5%	0,5%

1 – CURVA DE LIGAÇÃO
2 – TUBO DE QUEDA
3 – RAMAL DE DESCARGA
4 – RAMAL DE VENTILAÇÃO

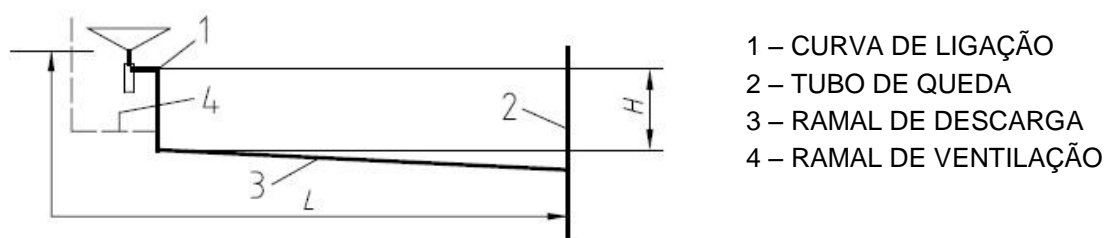



Figura 2. 15 - Ramais de descarga ventilados nos sistemas I,II e IV (EN12056-2)

Tabela 2. 21 - Limitações para ramais de descarga ventilados no sistema III (EN12056-2)

Aparelho sanitário	Diâmetro nominal DN (mm)	Fecho hídrico mínimo (mm)	Comprimento máximo entre o sifão e o tubo de queda (m)	Inclinação (%)	Número máximo de curvas	Altura máxima do troço vertical (m)
Lavatório, bidé (Sifão 30 mm)	30	75	3,0	i ≥ 1,8	2	3,0
Lavatório, bidé (Sifão 30 mm)	40	75	3,0	i ≥ 1,8	Sem limite	3,0
Chuveiro, banheira	40	50	Sem limite[2]	i ≥ 1,8	Sem limite	Sem limite
Urinol de parede	40	75	3,0[3]	i ≥ 1,8	Sem limite[4]	3,0
Urinol transversal	50	75	3,0[3]	i ≥ 1,8	Sem limite[4]	3,0
Urinol contínuo	60	50	3,0[3]	i ≥ 1,8	Sem limite[4]	3,0
Pia lava-loiça (sifão 40 mm)	40	75	Sem limite[2]	i ≥ 1,8	Sem limite	Sem limite
Máquina lavar roupa ou loiça	40	75	Sem limite[3]	i ≥ 1,8	Sem limite	Sem limite
Bacia de retrete com saída ≤ 80 mm[6] [14]	75	50	Sem limite	i ≥ 1,8	Sem limite[4]	1,5
Bacia de retrete com saída > 80 mm[6] [14]	100	50	Sem limite	i ≥ 1,8	Sem limite[4]	1,5
Triturador de cozinha[7] [15]	40 min.	75[8]	3,0[3]	i ≥ 13,5	Sem limite[4]	3,0

Tabela 2.21- limitações para ramais de descarga ventilados no sistema III (continuação) (EN12056-2)

Aparelho sanitário	Diâmetro nominal DN (mm)	Fecho hídrico mínimo (mm)	Comprimento máximo entre o sifão e o tubo de queda (m)	Inclinação (%)	Número máximo de curvas	Altura máxima do troço vertical (m)
Triturador toalhetes sanitários[15]	40 min.	75[8]	3,0[3]	i ≥ 5,4	Sem limite[4]	3,0
Ralo de chuveiro, ralo de piso	50	50	Sem limite[3]	i ≥ 1,8	Sem limite	Sem limite
Ralo de piso	70	50	Sem limite[3]	i ≥ 1,8	Sem limite	Sem limite
Ralo de piso	100	50	Sem limite[3]	i ≥ 1,8	Sem limite	Sem limite
5 bacias em série[9]	50	75	7,0	1,8 a 4,4	[2]	0
10 bacias em série[9 10]	50	75	10,0	1,8 a 4,4	Sem limite	0
Urinóis de parede[9 11]	50	75	Sem limite[3]	i ≥ 1,8	Sem limite[4]	Sem limite
Mais de 8 bacias de retrete[6]	100	50	Sem limite	i ≥ 0,9	Sem limite	Sem limite
Até bacias com torneiras de spray[12]	30 máx.	50	Sem limite[3]	1,8 a 4,4	Sem limite[4]	0

Em que:

[1] Distância máxima de 750 mm entre o sifão e a secção ventilada para ramais com inclinação entre 1,8 e 4,4%.

[2] Se o comprimento da rede for superior a 3 m pode originar uma descarga ruidosa e risco de bloqueio da rede.

[3] Deve ser o mais curto possível para evitar problemas de deposição.

[4] Curvas apertadas devem ser evitadas.

[5] Para urinóis até 7 pessoas. Urinóis com largura superior devem ter mais de um orifício de descarga (ANQIQ).

[6] Ligação de ramais de diâmetro igual de bacias de retrete deve-se fazer a 45º ou menos, ou com um raio da linha central não inferior ao diâmetro interno do tubo (ANQIQ).

[7] Inclui pequenas máquinas de descascar batatas.

[8] Sifões tubulares, exceto de garrafa, ou sifões auto-ferrantes (não usuais em Portugal) (ANQIQ).

[9] Distância entre o sifão e a inserção do ramal de ventilação não deve exceder 750 mm. Ramal de ventilação no mínimo DN25 (ANQIQ).

[10] Cada bacia deve ser ventilada individualmente.

[11] Qualquer número.

[12] Os ralos destas bacias não devem ter tampão (ANQIQ).

[13] O diâmetro dos ramais de ventilação dos aparelhos pode ser DN25 mas se o seu comprimento for superior a 15 ou possuir mais de 5 curvas, deve-se utilizar o DN30.

[14] Se a conexão do tubo de ventilação é suscetível de bloqueio devido a salpicos de água ou submergências, este deve ser DN50, até 50 mm acima do nível de transbordamento do aparelho.

[15] Não usual em Portugal

2.5.4. Válvulas de admissão de ar

A EN 12056-2 fornece uma tabela relativamente ao dimensionamento das válvulas de admissão de ar que deverá ser cumprida sempre que estas sejam necessárias. (tabela 2.22)

Tabela 2. 22 - Caudais mínimos de ar para válvulas de admissão de ar em ramais de descarga (EN12056-2).

Sistema	Q_a (l/s)
I	$1 \times Q_{total}$
II	$2 \times Q_{total}$
III	$2 \times Q_{total}$
IV	$1 \times Q_{total}$

Em que:

Qa – caudais de ar;
Qtotal – caudal total de cálculo

2.5.5. Tubos de queda

Para o dimensionamento dos tubos de queda é necessário admitir duas possíveis situações: um sistema com ventilação primária, em que se designa o controlo das pressões que são asseguradas ao longo do tubo de queda ou na utilização de válvulas de admissão de ar que é colocado na extremidade superior. E a segunda situação sistema com ventilação secundária, em que é designa quando é necessário recorrer a colunas de ventilação para o controlo das pressões, sendo este com ou sem ramais de ventilação, por

alternativa é possível utilizar válvulas de admissão de ar. Para uma maior compreensão será apresentado abaixo duas figuras.

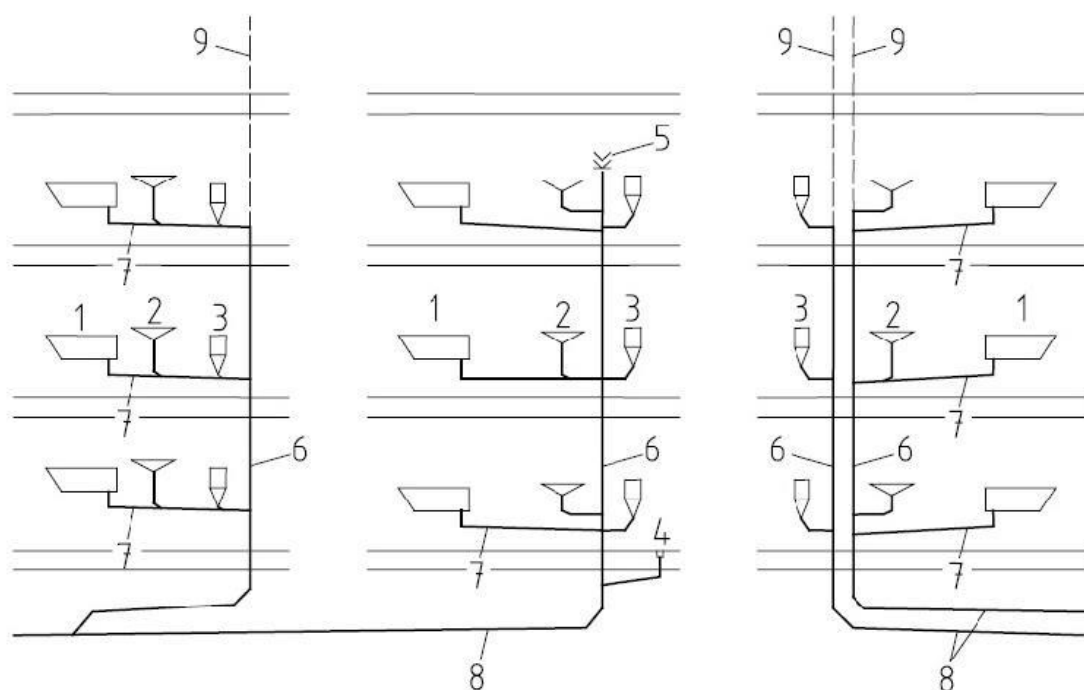



Figura 2. 16 - Sistemas com ventilação primária (EN12056-2)

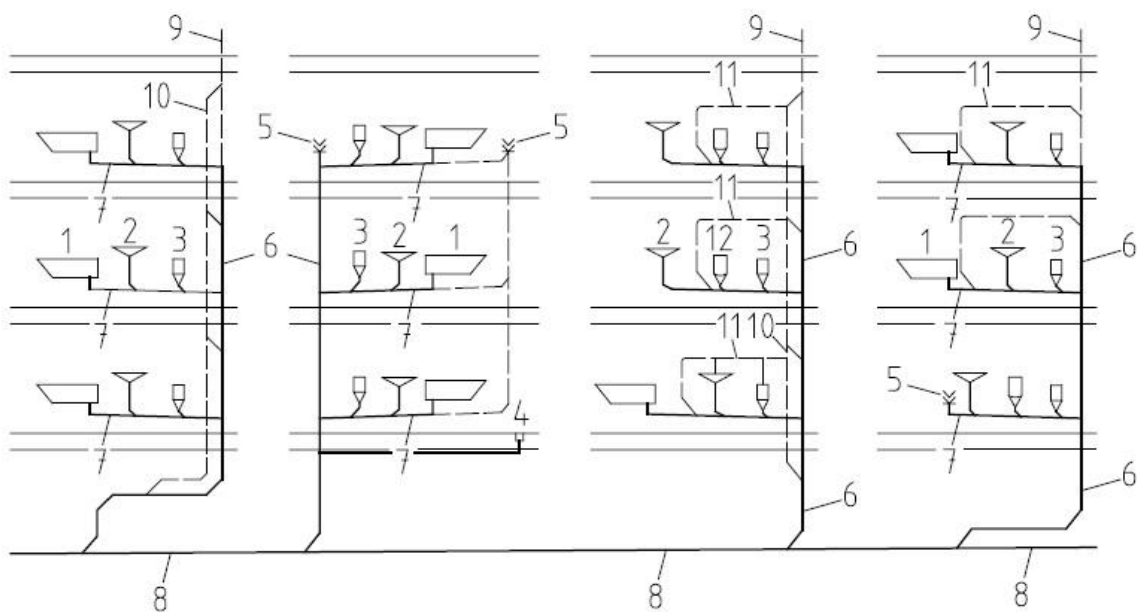



Figura 2. 17 - Sistemas com ventilação secundária (EN12056-2)

A EN 12056-2 fornece os diâmetros e limitações para o dimensionamento do tubo de queda relativamente a sistemas de ventilação primárias e sistemas de ventilação secundária, sendo estas apresentadas nas tabelas abaixo 2.23 e 2.24.

Tabela 2. 23 - Diâmetro nominais de tubos de queda com ventilação primária (EN12056-2)

Tubo de queda	Sistemas I, II, III e IV – $Q_{máx}$ (l/s)	
DN	Ligação com ângulo superior a 45º	Ligação com ângulo igual ou inferior a 45º
60	0,5	0,7
70	1,5	2,0
80[1]	2,0	2,6
90	2,7	3,5
100[2]	4,0	5,2
125	5,8	7,6
150	9,5	12,4
200	16,0	21,0

Em que:

[1] Diâmetro mínimo quando estão ligadas bacias de retrete no sistema II.
[2] Diâmetro mínimo quando estão ligados bacias de retrete no sistemas I, III e IV.

Tabela 2. 24 - Diâmetro nominais de tubos de queda com ventilação primária (EN12056-2)

Tubo de queda	Ventilação secundária	Sistemas I, II, III e IV – $Q_{máx}$ (l/s)	
DN	DN	Ligação com ângulo superior a 45º	Ligação com ângulo igual ou inferior a 45º
60	50	0,7	0,9
70	50	2,0	2,6
80[1]	50	2,6	3,4
90	50	3,5	4,6
100[2]	50	5,6	7,3
125	70	7,6	10,0
150	80	12,4	18,3
200	100	21,0	27,3

Em que:

[1] Diâmetro mínimo quando estão ligadas bacias de retrete no sistema II.
[2] Diâmetro mínimo quando estão ligadas bacias de retrete do sistema I, III e IV.

2.5.6. VÁLVULAS DE ADMISSÃO DE AR

Quando necessário recorrer a válvulas de admissão de ar é necessário ter em conta no seu dimensionamento que o Q_a não seja menor que $8 \times Q_{total}$, segundo o EN 12056-2.

2.5.7. TUBAGENS DE VENTILAÇÃO

As tubagens de ventilação quando estas se apresentam um comprimento muito extenso ou a sua realização é necessário aplicar muitas curvas, é necessário aumentar os diâmetros dos ramais de ventilação e das colunas de ventilação. A EN 12056-2 ainda aconselha a utilização de regulamentos ou normas referente ao local em estudo.

2.5.8. COLETORES PREDIAIS

Os coletores prediais segundo a EN 12056-2 devem ser dimensionados a partir da fórmula de *Colebrook-white*, sendo considerado uma viscosidade de $1{,}31 \times 10^{-6}$ m^2/s. A norma disponibiliza umas tabelas para escoamentos com superfície livres em regime uniforme, sendo estas a tabela 2.25 referente a alturas de escoamento de 50% (h/d = 0,5) e a tabela 2.26 para altura de escoamento de 70% (h/d = 0,7).

Tabela 2. 25 - Capacidade e velocidades de escoamento para uma taxa de ocupação de ½ (EN12056-2)

i (cm/m)	DN 100		DN 125		DN150		DN200		DN225		DN250		DN300	
	$Q_{máx}$ (l/s)	V (m/s)	$Q_{máx}$ (l/s)	V (m/s)	$Q_{máx}$ (l/s)	V (m/s)	$Q_{máx}$ (l/s)	V (m/s)	$Q_{máx}$ (l/s)	V (m/s)	$Q_{máx}$ (l/s)	V (m/s)	$Q_{máx}$ (l/s)	V (m/s)
0,50	1,8	0,5	2,8	0,5	5,4	0,6	10,0	0,8	15,9	0,8	18,9	0,9	34,1	1,0
1,00	2,5	0,7	4,1	0,8	7,7	0,9	14,2	1,1	22,5	1,2	26,9	1,2	48,3	1,4
1,50	3,1	0,8	5,0	1,0	9,4	1,1	17,4	1,3	27,6	1,5	32,9	1,5	59,2	1,8
2,00	3,5	1,0	5,7	1,1	10,9	1,3	20,1	1,5	31,9	1,7	38,1	1,8	68,4	2,0
2,50	4,0	1,1	6,4	1,2	12,2	1,5	22,5	1,7	35,7	1,9	42,6	2,0	76,6	2,3
3,00	4,4	1,2	7,1	1,4	13,3	1,6	24,7	1,9	38,2	2,1	46,7	2,2	83,9	2,5
3,50	4,7	1,3	7,6	1,5	14,4	1,7	26,6	2,0	42,3	2,2	50,4	2,3	90,7	2,7
4,00	5,0	1,4	8,2	1,6	15,4	1,8	28,5	2,1	45,2	2,4	53,9	2,5	96,9	2,9
4,50	5,3	1,5	8,7	1,7	16,3	2,0	30,2	2,3	48,0	2,5	57,2	2,7	102,8	3,1
5,00	5,6	1,6	9,1	1,8	17,2	2,1	31,9	2,4	50,6	2,7	60,3	2,8	108,4	3,2

Tabela 2. 26 - Capacidade e velocidades de escoamento para uma taxa de ocupação de ¾ (EN12056-2)

i (cm/m)	DN 100		DN 125		DN150		DN200		DN225		DN250		DN300	
	$Q_{máx}$ (l/s)	V (m/s)	$Q_{máx}$ (l/s)	V (m/s)	$Q_{máx}$ (l/s)	V (m/s)	$Q_{máx}$ (l/s)	V (m/s)	$Q_{máx}$ (l/s)	V (m/s)	$Q_{máx}$ (l/s)	V (m/s)	$Q_{máx}$ (l/s)	V (m/s)
0,50	2,9	0,5	4,8	0,6	9,0	0,7	16,7	0,8	26,5	0,9	31,6	1,0	56,8	1,1
1,00	4,2	0,8	6,8	0,9	12,8	1,0	23,7	1,2	37,6	1,3	44,9	1,4	80,6	1,6
1,50	5,1	1,0	8,3	1,1	15,7	1,3	29,1	1,5	46,2	1,6	55,0	1,7	98,8	2,0
2,00	5,9	1,1	9,6	1,2	18,2	1,5	33,6	1,7	53,3	1,9	63,6	2,0	114,2	2,3
2,50	6,7	1,2	10,8	1,4	20,3	1,6	37,6	1,9	59,7	2,1	71,1	2,2	127,7	2,6
3,00	7,3	1,3	11,8	1,5	22,3	1,8	41,2	2,1	65,4	2,3	77,9	2,4	140,0	2,8
3,50	7,9	1,5	12,8	1,6	24,1	1,9	44,5	2,2	70,6	2,5	84,2	2,6	151,2	3,0
4,00	8,4	1,6	13,7	1,8	25,8	2,1	47,6	2,4	75,5	2,7	90,0	2,8	161,7	3,2
4,50	8,9	1,7	14,5	1,9	27,3	2,2	50,5	2,5	80,1	2,8	95,5	3,0	171,5	3,4
5,00	9,4	1,7	15,3	2,0	28,8	2,3	53,3	2,7	84,5	3,0	100,7	3,1	180,8	3,6

2.5.9. Diâmetros de cálculo

A EN 12056-2 apresenta os diâmetros nominais e os respetivos diâmetros interiores mínimos.

Relativamente aos diâmetros de cálculo estes são fornecidos numa tabela na Norma Europeia, sendo esta apresentada abaixo na tabela 2.27, onde esta exibido o diâmetro nominal e o correspondente diâmetro interior mínimo correspondente aos diversos materiais existentes.

Tabela 2. 27 - Diâmetros nominais e diâmetros interiores mínimos (EN12056-2)

Diâmetro nominal (mm)	Diâmetro interior mínimo (mm)
30	26
40	34
50	44
56	49
60	56
70	68
80	75
90	79
110	96

Tabela 2. 27- Diâmetros nominais e diâmetros interiores mínimos (continuação) (EN12056-2)

Diâmetro nominal (mm)	Diâmetro interior mínimo (mm)
125	113
150	146
200	184
225	207
250	230
300	290

Por vezes não existe uma correspondência direta entre a gama de diâmetros fornecidos, com os diâmetros comerciais no marcado. Devido a isto é necessário ter em conta o diâmetro mínimo calculado e escolher um diâmetro comercial superior a esta.

3

SISTEMAS PREDIAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICOS – CONCEÇÃO E DIMENSIONAMENTO

3.1. ENQUADRAMENTO

O presente capitulo tem como objetivo complementar o capítulo anterior, apresentando a metodologia a ser utilizada e as opções a serem tomadas no dimensionamento da rede de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais, tendo como base o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Água Residuais.

3.2. SISTEMAS PREDIAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

3.2.1. ENQUADRAMENTO

Os sistemas de abastecimento de água tem sido alvo de estudo desde a sua existência até a data de hoje, possibilitando assim a uma evolução de tecnologia e a criação de métodos de dimensionamento que facilitam para um bom funcionamento da rede de abastecimento de água.

Estas redes de abastecimento de água devem ser dimensionadas de modo que a água chegue aos dispositivos de utilização, com qualidade e quantidade adequadas ao uso e sempre que necessário. É indispensável ainda assegurar a potabilidade da água (Medeiros, 2005).

O dimensionamento deste sistema é essencial ser feito de duas fases. A primeira fase consiste na realização do traçado, tendo em conta as normas e regulamentos aplicados. O traçado deve ser realizado de forma mais otimizada possível e sem prejudicar as restantes especialidades. Na segunda fase realizam-se os cálculos necessários para determinar as dimensões necessários para as tubagens ao longo da rede.

A rede de abastecimento de água é constituída por vários subsistemas, desde da conduta de abastecimento publico até aos aparelhos de utilização mais distantes. Abaixo estão apresentados esses subsistemas, sendo que estes são ligados a partir de órgãos e acessórios adequados para cada caso.

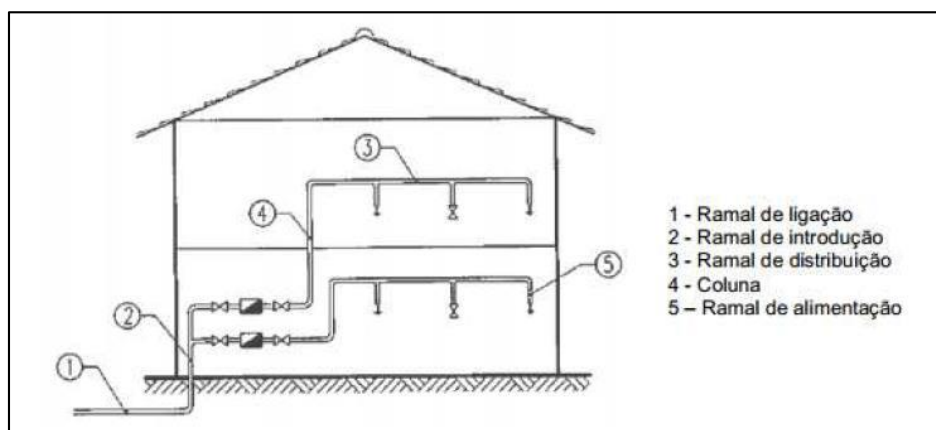



Figura 3. 1 - Demonstração de uma rede de abastecimento de água (Ferreira, 2014)

Sendo que (Medeiros, 2014):

- Ramal de ligação – Tubagem entre a rede pública e o limite da propriedade a servir;
- Ramal de introdução coletivo – tubagem entre o limite da propriedade e os ramais de introdução individuais dos utentes;
- Ramal de introdução individual – tubagem entre o ramal de introdução coletivo e os contadores individuais ou entre o limite da propriedade e o contador, no caso de edifício unifamiliar;
- Ramal de distribuição – tubagem entre os coletores individuais e os ramais de alimentação;
- Coluna – troço de tubagem de prumada de um ramal de entrada ou de um ramal de distribuição;
- Ramal de alimentação – tubagem para alimentação direta dos aparelhos de utilização.

Para a elaboração da rede de abastecimento de água é necessário ter algumas considerações iniciais em conta, sendo estas as características da tubagem da rede público, como a sua localização, os seus níveis de pressão mínima e máxima e a posição prevista para a contador. É necessário ainda avaliar o fornecimento de água, ou seja, se existe corte ou não do funcionamento, e caso haja com que frequência. Ter este ponto em conta poderá determinar-se é necessário recorrer a um sistema de compensação para que não ocorra falhas durante a utilização.

Para uma primeira abordagem é necessário ter algumas questões iniciais em conta, sendo estas as seguintes (Medeiros, 2005):

- Existe rede pública? Onde?
- Secção e pressões disponíveis?
- Há escassez de água ou interrupções de fornecimento com frequência?
- Que dimensão tem o edifício? Existem caves?
- Qual o tipo de ocupação?
- Torna-se necessário prever reservatórios? Os serviços locais permitem? Em que condições? Sua capacidade e localização? Formas de drenagem de perdas e esvaziamento?
- Precisa de equipamento elevatório de bombagem? Atravancamento e acessibilidade à câmara de manobras?
- É necessária rede de combate a incêndio? De que tipo? Previsão do fornecimento de água quente: a que zonas e de que modo?

- Na remodelação ou ampliação de sistemas existentes com aumento de caudal de ponta? Comprova-se a suficiência da capacidade hidráulica de transporte das canalizações e das eventuais instalações complementares a montante, sem prejuízo das condições de funcionamento do sistema na sua globalidade?

Por último, na realização da rede de abastecimento de água é necessário resolver problemas numa perspetiva global, técnica e económica, tendo sempre em conta as outras especialidades presentes no projeto.

3.2.2. Tipos de sistemas de abastecimento de água

Nem sempre é possível efetuar a rede de abastecimento de água diretamente à rede geral, com a pressão e caudal pretendido para garantir uma utilização com qualidade e quantidade apropriada para a situação.

Com isto, o regulamento geral dispõem no artigo 21º uma primeira abordagem que nos permite determinar se o abastecimento é possível ser feito diretamente ou se é necessário recorrer a equipamentos, ou seja, indiretamente.

“ *e) A pressão de serviço em qualquer dispositivo de utilização predial para o caudal de ponta não deve ser, em regra, inferior a 100Kpa o que, na rede pública e ao nível do arruamento, corresponde aproximadamente a:*

$$\boldsymbol{H = 100 + 40n} \tag{3.1}$$

Onde H é a pressão mínima (Kpa) e n o número de piso acima do solo, incluindo o piso térreo...”

Ainda é necessário ter em conta o artigo 87º o ponto 2 onde refere: “*As pressões de serviço nos dispositivos de utilização devem situar-se entre os 50 Kpa e 400 Kpa, sendo recomendável, por razões de conforto e durabilidade dos materiais, que se mantenha entre 150 Kpa e 300 Kpa."*

Após efetuar este cálculo e verificar o caudal e a pressão existente na conduta geral, podemos determinar se o abastecimento se faz de forma direto ou indireto.

Para que o abastecimento se faça diretamente é necessário que o valor do caudal e da pressão da conduta esteja dentro do regulamento em vigor e que satisfaça os valores referidos no projeto quanto a condições de segurança e conforto.

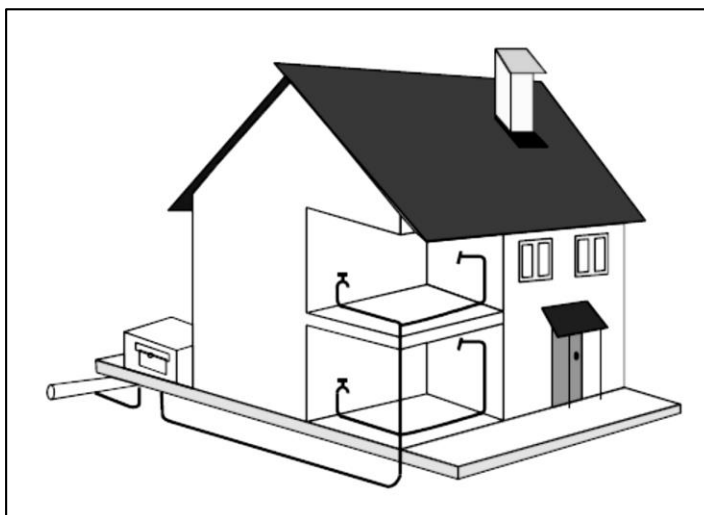



Figura 3. 2 - Abastecimento direto (Medeiros, 2005).

Este abastecimento pelo facto de ser ligado diretamente à rede pública apresenta alguns benefícios: a água não ter que ficar um período de tempo dentro de um reservatório e por não necessitar de um equipamento, como um reservatório, faz com que seja um sistema mais económico. Apesar destes benefícios, esta conduta também apresenta algumas desvantagem, devido à condutar estar ligada diretamente a conduta pública poderá estar sujeita a diferentes caudais e pressões e poderá mesmo haver interrupções produzindo um mau funcionamento dos equipamentos.

Já o sistema indireto pode ser dividido em dois sistemas, sem reservatório ou com um ou mais reservatórios. Estes sistemas deverão ser apenas aplicado se o sistema direto, referido anteriormente, não for possível ser aplicado, pelo facto do armazenamento da água em reservatório requer cuidados para conservar a qualidade da água.

Quando é necessário recorrer ao sistema indireto é necessário escolher a melhor opção que se adapta ao projeto em estudo, sendo que o uso de reservatório é utilizado quando o caudal da rede pública não é suficiente mas existe pressão na rede suficiente para abastecer o edifício e este processo consiste no armazenamento de água vinda da rede pública e depois distribuída aos diversos aparelhos de utilização. Caso a pressão não seja suficiente, é necessário recorrer a um sistema elevatório, que consiste no abastecimento direto da água da rede pública aos aparelhos de utilização utilizando um sistema elevatório de compensação.

Quando se opta por um sistema indireto com reservatório, este reservatório poderá ser colocado na parte superior do edifício sendo a água transportada da rede pública para o reservatório quando a pressão é suficiente, sendo depois a água transportada do reservatório para os aparelhos de utilização como podemos verificar no esquema da figura 3.3 por ação da gravidade.

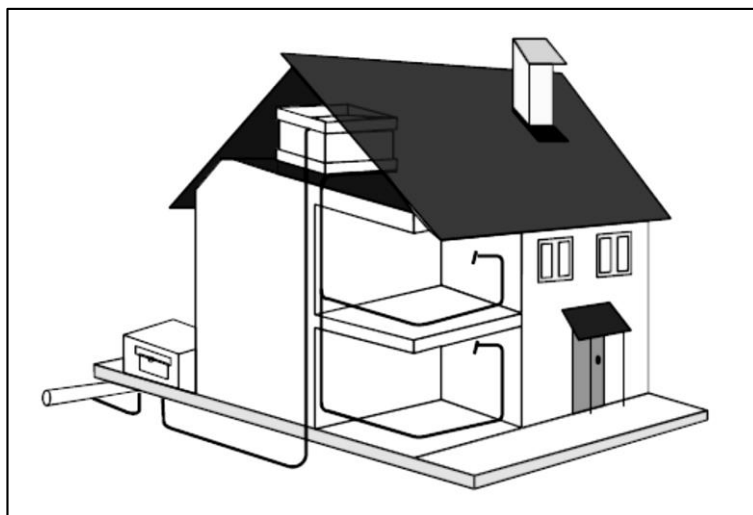



Figura 3. 3 - Sistema indireto por gravidade (Medeiros, 2005).

Caso a pressão vinda da rede pública não seja suficiente para elevar a água para o reservatório localizado na parte superior do edifício, deve-se recorrer a um sistema elevatório com um reservatório interior, ou seja, a água vinda da rede pública é armazenado no reservatório inferior e depois é bombeada por um sistema de bombeamento capaz de transportar a água até ao reservatório superior como é mostrado na figura 3.4.

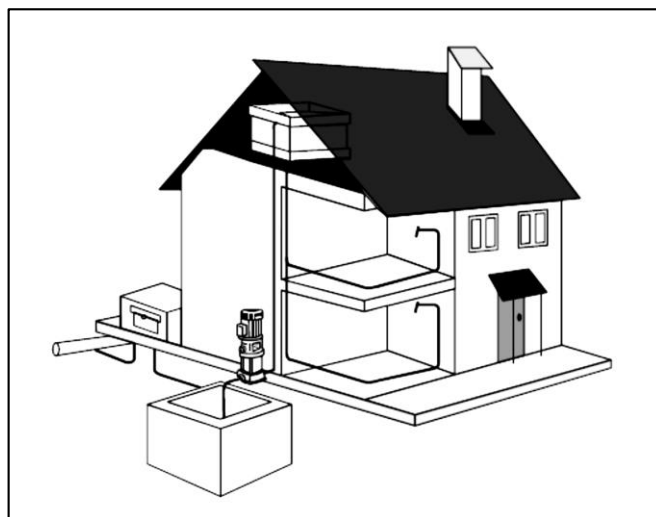



Figura 3. 4 - Sistema indireto com bombeamento e reservatório inferior (Medeiros, 2005)

Outra solução passa por recorrer a um hidropneumático que consiste em pressurizar a água vinda da rede pública através de um tanque de pressões que contem água. Normalmente esta opção é tomada quando a água da rede pública não apresenta características desejáveis, sendo necessário incluir a funcionamento de um grupo elevatório embora que por menor tempo de funcionamento.

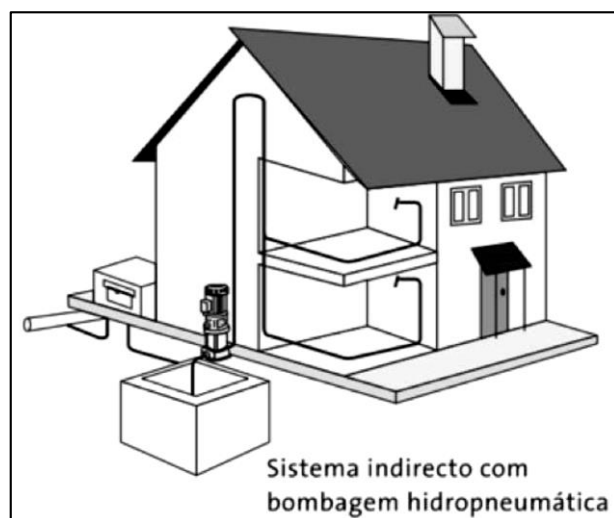



Figura 3. 5 - Sistema indireto hidropneumático (Medeiros, 2005).

Também é possível optar por um sistema sem reservatório inferior ou superior, ou seja, o abastecimento é feito diretamente da rede pública para os aparelhos de utilização por meio de bombeamento como na figura 3.6.

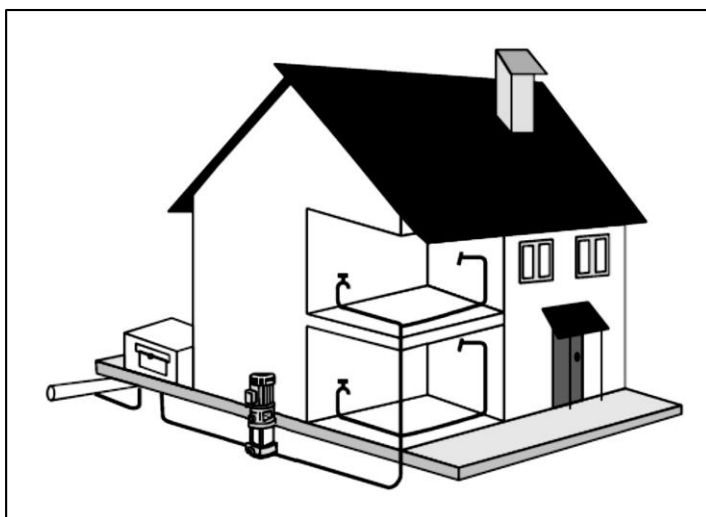



Figura 3. 6 - Sistema indireto com bombeamento direto (Medeiros, 2005).

Outra solução passa por um sistema misto que consiste em abastecer o edifico diretamente e por meio indireto com reservatório, ou seja, a rede pública tem pressão suficiente para abastecer metade do edifício diretamente, sendo os restantes pisos abastecidos graviticamente por um reservatório colocado na parte superior do edifício e abastecido pela rede pública.

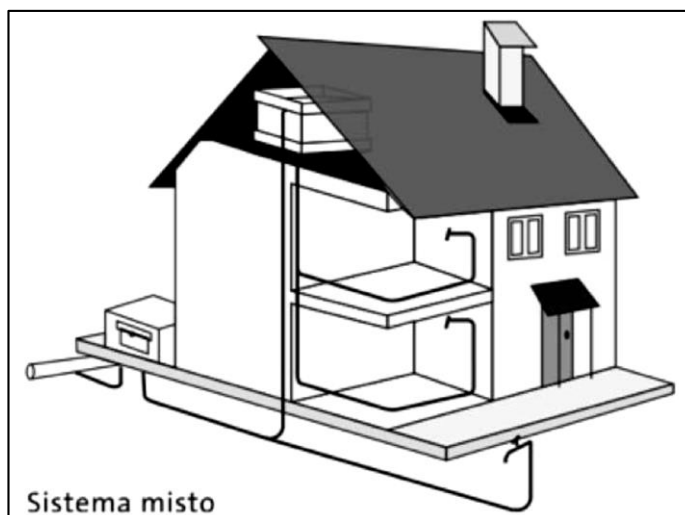



Figura 3. 7 - Sistema misto (Medeiros, 2005)

3.2.3. Sistemas prediais de distribuição de água fria

Nos sistemas prediais de distribuição de água fria é necessário para o seu dimensionamento ter em conta as pressões mínimas e máximas como referido anteriormente, mas interessa ter em conta outros parâmetros tais como:

- Os caudais de cálculo;
- As velocidades de escoamento, sendo estes compreendidos entre 0,5 e 2,0 m/s;
- A rugosidade do material.

Para o dimensionamento desta conduta é necessário recorrer ao capítulo 2, onde foram referidos os passos a ter em conta para um melhor dimensionamento, segundo o regulamento geral.

3.2.4. Reserva predial de água para abastecimento doméstico

Recorre-se a reservatório quando o caudal ou pressão da conduta pública não é suficiente para transportar a água para os aparelhos de utilização como foi exposto anteriormente.

Quando se recorre a esta opção é necessário ter em consideração o caudal de volume útil não deverá ultrapassar o valor correspondente ao volume médio do mês de maior consumo humano, para o consumo previsível (Medeiros, 2005).

A localização do reservatório é outro ponto importante, pelo facto, deste deve localizar-se num local de fácil acesso para permitir uma fácil inspeção e conservação. É necessário ainda incluir uma proteção térmica e não devendo estar exposto a temperaturas elevadas (Medeiros, 2005).

Para a construção do reservatório é necessário realçar as seguintes características (Medeiros, 2005):

- Os reservatórios devem ser impermeáveis e providos de dispositivos de fecho estanques e resistentes;
- As arestas interiores devem ser boleadas e a soleira ter a inclinação mínima de 1% para a caixa de limpeza, para que o esvaziamento seja mais facilitado;

- Nos reservatórios com água destinada a consumo humano e com capacidade útil igual ou superior a 2,0 m^3 devem ser constituídos, pelo menos, por duas células, preparadas para funcionar separadamente mas que, em funcionamento normal, se intercomuniquem;
- Sistemas de ventilação, convenientemente protegido com rede de malha fina, tipo mosquiteiro, de material não corrosivo, que deve ter a função de impedir a entrada de luz direta e assegurar a renovação frequente do ar em contacto com a água;
- A superfície interior das paredes e a soleira devem ser tratadas com revestimento que possibilita uma limpeza eficaz, a conservação dos elementos resistentes e a manutenção da qualidade de água;
- A entrada e saída de água devem ser posicionados de modo a facilitar a circulação de toda a massa de água armazenada;
- O fundo e a cobertura não podem conciliar com os elementos estruturais do edifício, bem como as paredes do reservatório também não podem conciliar com as paredes de edifícios vizinhos;

Os reservatórios ainda devem dispor de (Medeiros, 2005):

- Entrada de água localizada, no mínimo a 50 mm acima do nível máximo da superfície livre do reservatório em descarga, equipada com uma válvula de funcionamento automático, designada para a interrupção da alimentação sempre que o nível máximo de alimentação seja atingido;
- Saída para distribuição, protegidas com ralo e colocadas com uma distância de 15 mm do fundo, no mínimo;
- Descarregador de superfície colocado, no mínimo, a 50 mm do nível máximo de armazenamento e conduta de descarga de queda livre e visível, protegida com rede de malha fina, do tipo mosquiteiro, dimensionados para um caudal não inferior ao máximo de alimentação do reservatório;
- Descarga de fundo implementada na soleira, com válvulas adequada, associada a caixa de limpeza;
- Acesso ao interior com dispositivo de fecho que impeça a entrada de resíduos sólidos ou escorrência.

A construção do reservatório pode ser executada em betão, alvenaria de tijolo ou de blocos de cimento, aço ou outros materiais adequados para manter a qualidade de água armazenada. Os materiais utilizados não podem alterar a qualidade da água, nem comprometer a saúde pública (Medeiros, 2005).

Na figura 3.8 abaixo está representado um esquema tipo de como deve ser um reservatório.

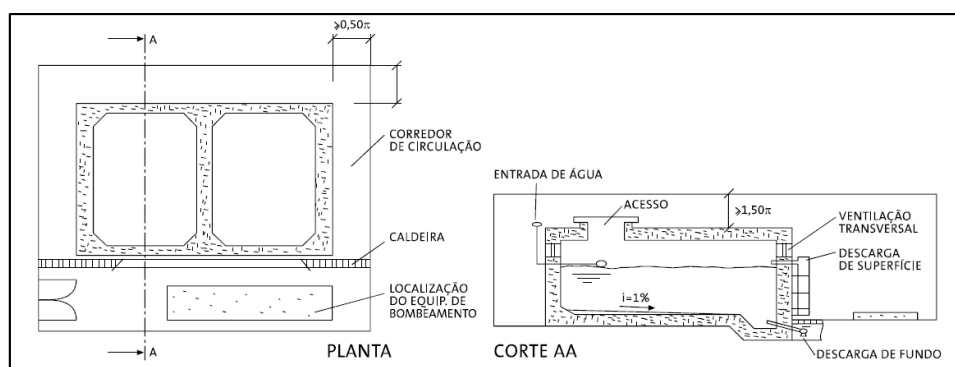



Figura 3. 8 - Esquema tipo de um reservatório (Medeiros, 2005)

3.2.5. INSTALAÇÕES ELEVATÓRIAS E SOBREPRESSORAS

As instalações elevatórias ou sobrepressoras tem que ter uma localização comum e ventilada, e devem ter uma boa acessibilidade para que haja uma inspeção e manutenção fácil. Estas instalações ainda devem apresentar grupos eletrobomba e dispositivos de comando, para prevenir o choque hidráulico[4]. É ainda necessário ter em conta que as características dos grupos eletrobomba não podem alterar a qualidade da água e estes devem funcionar automaticamente. Os dispositivos de proteção devem ser escolhidos em função das envolventes de pressão máxima e mínima, que ocorrem devido ao choque hidráulico (Medeiros, 2005).

No dimensionamento das instalações elevatórias é necessário ter em conta (Medeiros, 2005):

- O caudal de cálculo;
- A pressão disponível a montante;
- A altura manométrica;
- O número máximo admissível de arranques por hora para o equipamento a instalar;
- A instalação deve ser feita, no mínimo, de dois grupos eletrobomba idênticos, normalmente destinadas a funcionar como reserva ativa recíproca a excecionalmente em conjunto para reforço da capacidade elevatório.

Relativamente às canalizações e acessórios, estes devem ser de material com resistência adequada às pressões de serviço e às vibrações que poderão surgir.

3.2.6 SISTEMAS PREDIAIS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA QUENTE

Os sistemas prediais de distribuição de água quente tem como função garantir a temperatura, quantidade e qualidade de água adequada para o uso sanitário. Esta temperatura deve ter um mínimo necessário para que haja um grau de conforto e económico desejado, por vezes é necessário recorrer á circulação forçada ou de retorno. A temperatura segundo o artigo 97 do regulamento geral não deve exceder os 60˚C, sendo que a temperatura destinado ao contato ao corpo humano deve ser da ordem 38˚C.

A distribuição desta rede realiza-se semelhante à distribuição de água fria, podendo diferir quando há existência de retorno de água quente, sendo este mais utilizado em alimentação de unidades coletivos (hotéis, hospitais, etc.) (Pedroso, 2000).

Na realização e dimensionamento da rede de distribuição de água quente, deve-se considerar os limites de pressão, os caudais instantâneos, os caudais de cálculo e as velocidades regulamentares. Deve ser considerados igual ao imposto para o dimensionamento das redes de distribuição de água fria, relativamente a rugosidade do material, este deve ser menor do que a rede de água fria, tendo assim menor perda de carga. O material e rugosidade deve ser escolhido de modo a aguentar altas temperaturas (Medeiros, 2014).

[4] Choque hidráulico - Fenómeno de propagação de uma onda de pressão (onda de choque) condicionado pela compressibilidade do líquido e pela elasticidade da conduta onde a pressão verificada pode causar danos.

3.2.7. Sistema de distribuição de água quente com recirculação ou retorno

O grande benefício de uma rede de distribuição de água quente com retorno da água é o facto de permitir ao utilizador uma melhor eficácia dos aparelhos de utilização, pelo facto, de reduzir o tempo de espera até a chegada da água quente, evitando o desperdício da água (Pedroso, 2000).

No dimensionamento deste sistema deve ter-se em conta o dimensionamento referido no regulamento.

Como foi referido anteriormente o sistema de distribuição de água quente com retorno vai solucionar os problemas de espera da água quente, diminuindo o tempo e diminuição de desperdícios. Abaixo na figura 3.9 esta esquematizado um exemplo de um circuito de retorno.

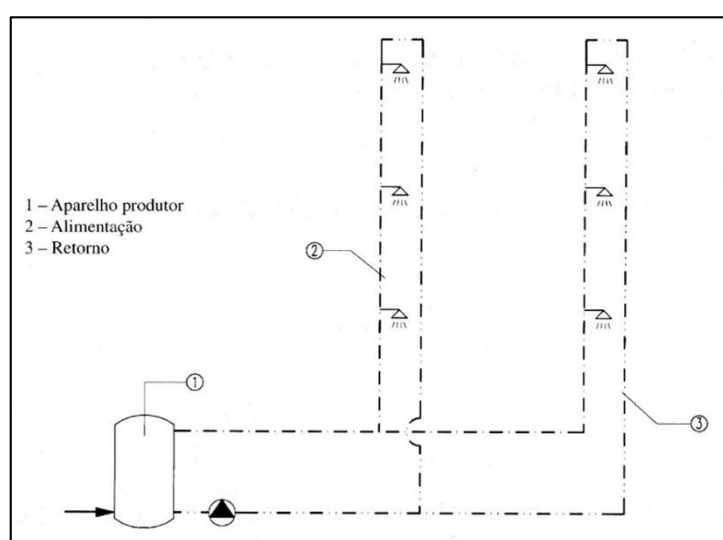



Figura 3. 9 – Sistema de distribuição de água quente com circuito de retorno (Pedroso, 2000)

A escolha por um circuito de retorno é normalmente optado quando o comprimento das canalizações são sensivelmente superiores a 30 m, pelo facto de se apresentar uma solução mais económica. Assim é mais habitual utilizar este circuito nos hospitais, hotéis e outros edifícios não familiares que apresentam traçados mais extensos e exigências de conforto maiores (Medeiros, 2005).

3.2.8 Isolamento das tubagens

A escolha do isolamento das tubagens é um ponto fundamental para o um bom funcionamento da tubagem como foi referido anterior. Esta escolha deve ser feita tando para tubagens de água quente, bem como para zonas de baixas temperaturas, devendo ser escolhidos materiais adequados, incombustíveis, não corrosivos e resistentes à humidade e devem ser protegidos sempre que haja risco de vapor de água, de infiltração ou de choque mecânica. O isolamento não é obrigatório quando as derivações para os dispositivos de utilização e respetivo ramais de retorno são de pequenos comprimentos, referido no artigo 98.º do regulamento geral (Medeiros, 2005).

3.2.9. INSTALAÇÕES DE PRODUÇÃO DE ÁGUA QUENTE

Para a escolha do melhor aparelho de aquecimento de água é necessário ter alguns pontos em consideração como o tipo de produção (individual ou central), forma de produção (instantânea, semi-instantânea, acumulação ou semiacumulação), tipo de energia consumido (carvão, fuel, gás, lenha, eletricidade, energia solar, etc.) e o tipo de transferência de calor (indireta[5] ou direta[6]) (Pedroso, 2000). A escolha do aparelho de aquecimento deverá ser feita na fase de projeto, pelo facto de algumas instalações existirem condicionamento na sua instalação, como no caso os que utilizam instalação a gás.

Para a escolha destes aparelhos deve-se ter em conta a utilização que irá ser aplicado, ou seja, é necessário ter em conta o tipo de utilização do edifício, as necessidades instantâneas, os horários de utilização da água quente e a análise técnico-económico de todas alternativas existentes (Medeiros, 2005).

3.2.10. TRAÇADO E INSTALAÇÃO

O traçado da rede de abastecimento de água deve seguir o regulamento geral artigo 95.º que refere que o traçado das tubagens devem ser constituídos por troços retos, horizontais e verticais, ligados entre si por acessórios apropriados, sendo que os primeiros devem apresentar uma ligeira inclinação para facilitar a circulação do ar, é recomentado uma inclinação de 0,5 % como valor orientativo (Decreto Lei, 1995). Na figura 3.10 abaixo esta representado essa inclinação.

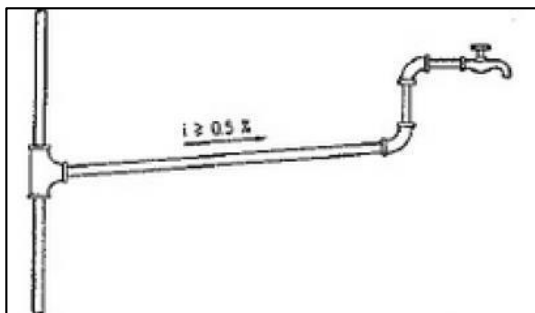



Figura 3. 10 - Inclinação das tubagens

Caso sejam utilizados canalizações flexíveis, as exigências de alguns acessórios podem ser dispensados. Neste caso, a instalação deve ser feita à profundidade, sendo assim possível efetuar raios de curvatura necessários para passagem de parede para parede, como apresentado na figura 3.11.

[5] Transferência de calor indireta consiste quando a água é aquecida por condução térmica através dum fluido intermédio, sendo que este fluido irá aquecer os elementos em contacto com a água.

[6] Transferência de calor direta designa-se quando a água é aquecida diretamente por uma combustão ou resistência elétrica.

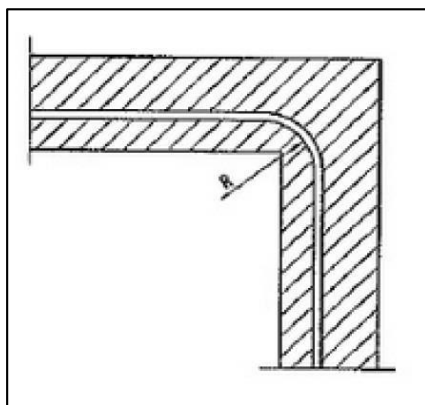



Figura 3. 11 - Instalação de tubagem sem acessórios (Pedroso, 2000)

Relativamente às tubagens destinadas ao transporte da água quente, sempre que possível, devem ser executadas paralelamente ao traçado das tubagens para a água fria, tendo entre si uma distância não inferior a 0,05 m e exposta sempre superior á tubagem de água fria, segundo o regulamento geral (figura 3.12) (Pedroso, 2000).

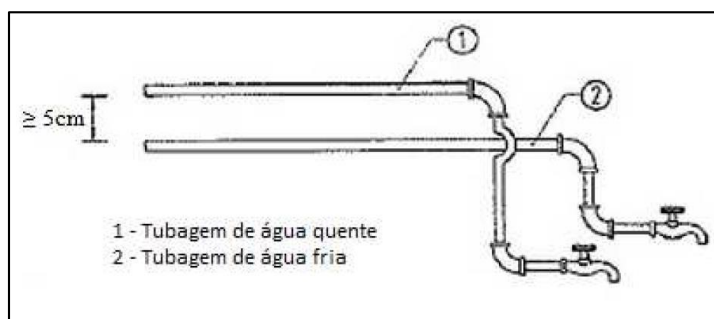



Figura 3. 12 - Instalação de tubagens de água fria e quente (Pedroso, 2000)

A instalação destas redes devem seguir o artigo 96.º, onde referencia que as canalizações podem ser instaladas á vista, em galerias, caleiras, tetos falsos, embainhadas ou embutidas, devendo as canalizações não embutidas ser fixadas por braçadeiras, com um espaçamento em conformidade com as características do material como esta representado na figura 3.13 (Decreto Lei, 1995).

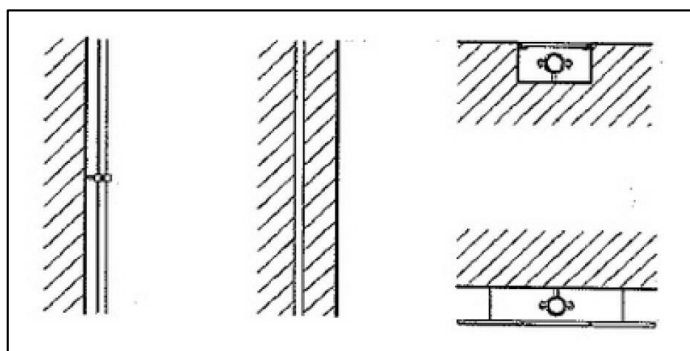



Figura 3. 13 - Instalação de tubagem

Para a escolha de tipos de braçadeira e instalação de juntas é necessário ter em conta o problema de dilatação e contração de tubagem (Decreto Lei, 1995).

Relativamente às canalizações exteriores da rede predial de água fria, estas podem ser enterradas em valas, colocadas entre paredes ou instaladas em caleiras, tendo em consideração a proteção das tubagens de ações mecânicas e deve ser considerado isolamento térmico quando assim se justifique (Decreto Lei, 1995).

É necessário ainda ter em conta que as canalizações não devem ficar (Decreto Lei, 1995):

- Sob elementos de fundação;
- Embutidas em elementos estruturais;
- Embutidas em pavimentos, exceto quando flexíveis e embainhadas;
- Em locais de difícil acesso;
- Em espaços pertencentes a chaminés e a sistemas de ventilação.

Por último é referenciado no regulamento no artigo 84.º que as canalizações instaladas a vista ou visitáveis tem que ser identificadas consoante à sua função e de acordo com o sistema de normalização vigente, ou seja, a canalização para a função do transporte de consumo humano e a canalização para o transporte da água destinada ao combate a incendio devem estar devidamente identificados, sendo habitualmente utilizado a cor azul e vermelho respetivamente (Decreto Lei, 1995).

3.2.11. Elementos e Acessórios da rede

3.2.11.1. Torneiras e fluxómetros

A colocação de torneiras e fluxómetros devem ser feitas em locais acessíveis, para que a sua manobra e manutenção seja fácil. Estes devem ainda devem ser de latão, com ou sem revestimento cromado, ou outros materiais que apresentem as condições de utilização (Medeiros, 2005).

3.2.11.2. Válvulas

A localização das válvulas devem ser colocados em locais onda sua manobra e manutenção seja de fácil acesso. Estas podem de ser de latão, bronze, aço e PVC, ou outros materiais de nobreza igual ou o mais idêntico possível da tubagem utilizada (Medeiros, 2005).

Os tipos de válvulas habituais em redes de abastecimento de água são as válvulas de seccionamento, de retenção, de segurança, de redutora de pressão e de regulação, na tabela 3.1 esta representado estes tipos, bem como a sua finalidade e o local de instalação (Medeiros, 2005).

Tabela 3. 1 – Tipos de válvulas (Medeiros, 2005)

Tipo de válvula	Finalidade	Local de instalação
Seccionamento	Impedir ou estabelecer a passagem de água em qualquer dos sentidos	À entrada: Dos ramais de introdução individuais; Dos ramais de distribuição das instalações sanitárias e das cozinhas. A montante: Autoclismos; Fluxómetro; Máquina lavar roupa; Máquinas lavar louça; Equipamento produtor de água quente; Purgadores de água. A montante e a jusante: Contadores.
Retenção	Impedir a passagem de água num dos sentidos	A montante: Aparelhos produtores; Acumuladores de água quente; De qualquer rede não destinada a fins alimentares e sanitários.
Segurança	Manter a pressão abaixo de determinado valor por efeito de descarga	Na alimentação de aparelhos produtores: Acumuladores de água quente.

Tabela 3. 1– Tipos de válvulas (continuação) (Medeiros, 2005)

Tipo de válvula	Finalidade	Local de instalação
Redutora de pressão	Manter a pressão abaixo de determinado valor com a introdução de uma perda de carga	Nos ramais de introdução sempre que a pressão seja superior a 600 kPa e ou as necessidades especificas de equipamento o exijam.
Regulação	Permitir regulação do caudal	

3.2.11.3. Contadores

A definição do tipo, calibre e classe metrológica[7] dos contadores, compete à entidade gestora defini-los. Os contadores tem que ser instalados obrigatoriamente um por cada consumidor, podendo estes ser instalados em conjunto ou isolados, em caso de ser instalado em conjunto é necessário colocar uma bateria de contadores. A entidade gestora define também o espaço destinado aos contadores e os acessórios a utilizar (Decreto Lei, 1995).

3.3. Sistemas prediais de drenagem de águas residuais

3.3.1. Enquadramento

As águas residuais designam-se pelas águas resultantes de atividades humanas com origem na necessidade de transportar resíduos domésticos, comerciais e industriais entre outros, e na utilização da água para fins higiénico, recreativos e outros ou resultantes de ocorrências de precipitação (Medeiros, 2014).

Segundo o regulamento geral, os sistemas prediais de drenagem de água residuais abrangem os sistemas de água residuais domesticas, industriais e pluviais, entre outros sistemas de drenagem privados, desde que destinados a utilização coletiva. Estes sistemas podem ser de quatro tipos segundo o artigo 116.º do regulamento geral, sendo estes os seguintes (Decreto Lei, 1995):

- Separativos – consiste em duas redes de coletores distintas, sendo uma destinada às águas residuais doméstica e industriais e a outra destinada à drenagem das águas pluviais ou similares;
- Unitária – consiste apenas numa única rede de coletores onde são admitidas conjuntamente as águas residuais domésticas, pluviais e industriais;
- Mistos – consiste na junção dos dois tipos referidos anteriormente, em que parte da rede de coletores funciona como sistema unitário e a restante como sistema separativo;
- Separativos parciais ou pseudo-separativos – consiste na ligação de águas pluviais de pátios interiores ao coletor de águas residuais domésticos, sendo este tipo admitido em condições excecionais.

Para a realização dos sistemas prediais de drenagem de água residuais é necessário seguir as exigências funcionais para que haja uma melhor compatibilização com as restantes especialidades existente no projeto, sendo ainda necessário seguir uma lista de regras gerais (Medeiros, 2014):

[7] Metrológica - A metrologia é a ciência das medições

- A separação dos sistemas de drenagem doméstica e pluviais é obrigatório a montante das câmaras de ramal de ligação à rede pública;
- Existência rede pública: ter conhecimento das características dos coletores públicos, como diâmetros, profundidades e localização;
- Ter a economia em conta;
- Assegurar o conforto dos utentes, ou seja, evitar a existência de ruído, entupimentos e desforragem dos sifões;
- Evitar acumulação de água em zonas de circulares e na cobertura;
- Assegurar que a distância entre as redes de abastecimento de água e as redes de esgotos, sejam superior a 1 m;
- É necessário construir galarias verticais, para os tubos de quedas e colunas de ventilação, e é necessário construir tetos falsos, para instalação de ramais de descarga, ou seja, tubagens horizontais, para que haja um fácil acesso para manutenção;
- Localização de aparelhos sanitários e equipamentos;
- Instalações complementares, como instalações elevatórias e câmaras retentoras de sólidos ou de gorduras, tendo em conta o espaço, manutenção, atenuação de ruído e vibrações;
- Estudar a recolha de águas pluviais, como tipo de cobertura, dimensões e declives das caleiras, localização de tubos de queda;
- Proteger edifícios de infiltração, realizando rebaixamento de nível freático e ligação águas coletadas a sistemas prediais de água pluviais;
- Na cave é necessário elevar águas residuais acima do arruamento para evitar o funcionamento em carga e inundações.

3.3.2. Drenagem de águas residuais domésticas

Como foi referido anteriormente um dos sistemas que constituem os sistemas prediais de drenagem de água residuais são a drenagem de águas residuais domésticas, sendo estas águas originadas de instalações sanitárias, cozinhas e zonas de lavagem de roupa, que apresentam quantidades consideráveis de material orgânico, serem facilmente biodegradáveis e manterem relativa constância das caraterísticas ao longo do tempo (Medeiros, 2014).

Existem três processos diferentes de efetuar as drenagem de águas residuais domésticas, esses processos dependem do nível de recolha das águas residuais domésticas ao local onde está instalado o coletor público, sendo estes processos a drenagem gravítica, drenagem com elevação e sistema misto (Pedroso, 2000).

Os sistemas de drenagem gravítica consistem na recolha das águas residuais doméstica, ao nível ou superior do arruamento onde se localiza a instalação do coletor público, sendo este obrigatoriamente feito pela ação da gravidade. Na figura 3.14 esta demonstrado este processo (Pedroso, 2000).

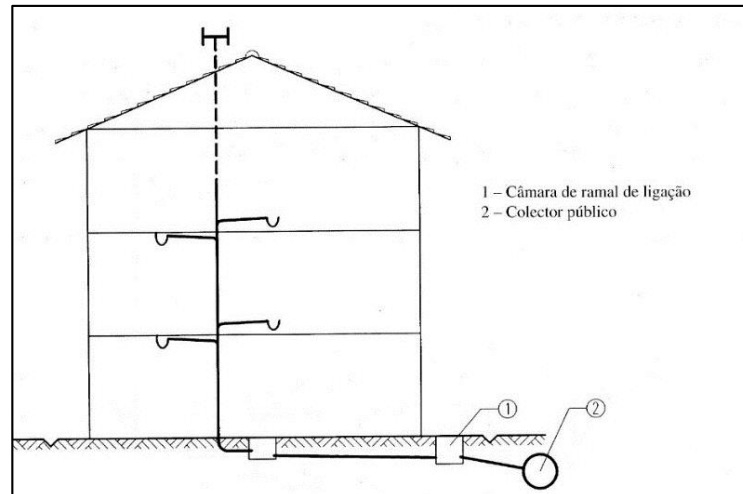



Figura 3. 14 - Drenagem gravítica (Pedroso, 2000)

Relativamente aos sistemas de drenagem com elevação, estas consistem em águas residuais domesticas que se processem a um nível inferior ao nível do arruamento onde se encontra instaladas o coletor público, como por exemplo caves, estas águas devem ser elevadas por meio mecânico até ao nível ou superior aos arruamentos. É necessário recorrer a este sistema devido ao possível funcionamento em carga do coletor público e provocando assim, ao alargamento dos pisos inferiores ao arruamento. Ilustra-se este processo na figura 3.15 abaixo (Pedroso, 2000).

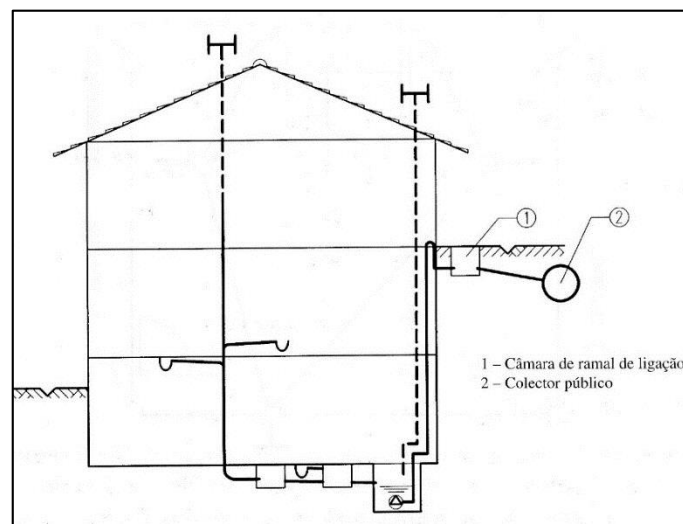



Figura 3. 15 - Drenagem com elevação (Pedroso, 2000)

Por fim, os sistemas mistos de drenagem (figura 3.16) consiste na utilização simultâneo dos dois sistemas referidos anteriormente, ou seja, quando estamos perante a recolha de águas residuais em níveis superiores e interiores ao arruamento onde se localiza o coletor público, no mesmo edifício (Pedroso, 2000).

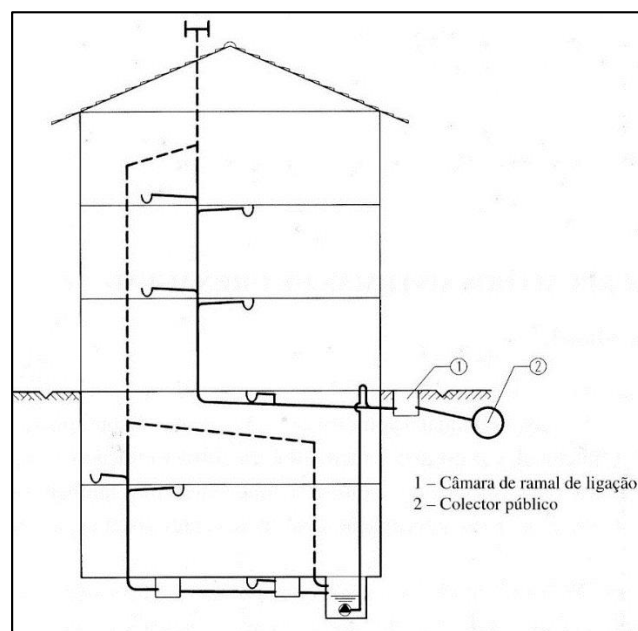



Figura 3. 16 - Sistema misto de drenagem (Pedroso, 2000)

3.3.3. CONSTITUIÇÃO DOS SISTEMAS DE DRENAGEM

Como se pode verificar na figura 3.17 apresentada em baixo, é demonstrado que os sistemas de águas residuais domésticas são divididos pelos seguintes elementos (Pedroso, 2000):

- Ramais de descarga – tubagem com a finalidade de transportar as águas vindas dos aparelhos sanitários para o tubo de queda ou coletor predial;
- Ramais de ventilação – tubagem de ligação do ramal de descarga à coluna de ventilação e tem como finalidade assegurar o fecho hídrico nos sifões, sempre que as não sejam asseguradas as restantes condições regulamentares;
- Tubo de queda – tubagens verticais que se destinam a transportar as águas residuais prevenientes dos diferentes ramais de descarga prevenientes nos pisos mais elevados para o coletores prediais e públicos;
- Colunas de ventilação – tubagem vertical à qual se ligam os ramais de ventilação, e cuja finalidade é complementar a ventilação efetuada através dos tubos de queda;
- Coletores prediais – tubagem que se destina à condução das águas residuais provenientes dos tubos de queda, dos ramais de descarga e das condutas elevatórias existentes para o ramal de ligação ou para outro tubo de queda;
- Ramal de ligação – tubagem de ligação ente a câmara de ramal de ligação e o coletor público de drenagem, com a finalidade de transportar a águas residuais provenientes da rede predial para a rede pública;
- Acessórios – elementos a colocar entre os sistemas, para possibilitar as operações de manutenção e conservação e a retenção de matérias sólidos, e de garantir a habitabilidade dos espaços ocupados.

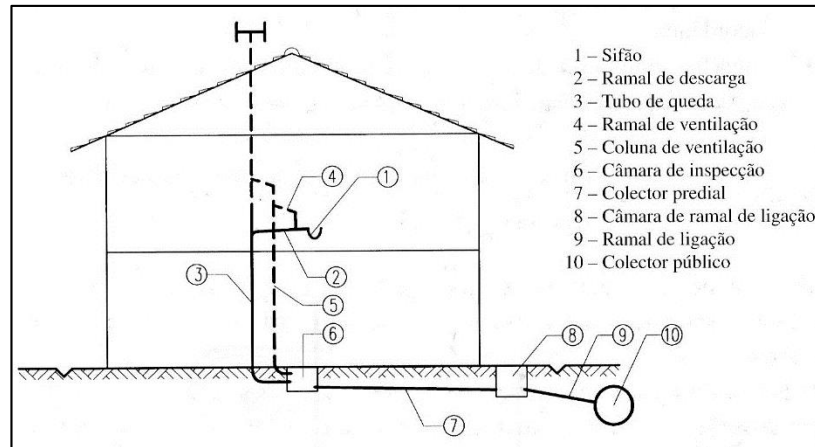



Figura 3. 17 - Elementos constituintes dum sistema de drenagem (Pedroso, 2000)

Para que haja equilíbrio das pressões existentes no interior das tubagens é necessário a existência de ventilação, para que possua entrada de ar necessária para equilibrar as variações de pressão e assim impossibilitar a destruição do fecho hídrico dos sifões

Nos sistemas de drenagem de águas residuais domésticas é obrigatório a ventilação primária, que é obtida a partir dos tubos de queda até à sua abertura (figura 3.18). Caso não existam é necessário colocar colunas de ventilação nos extremos de montante dos coletores prediais.

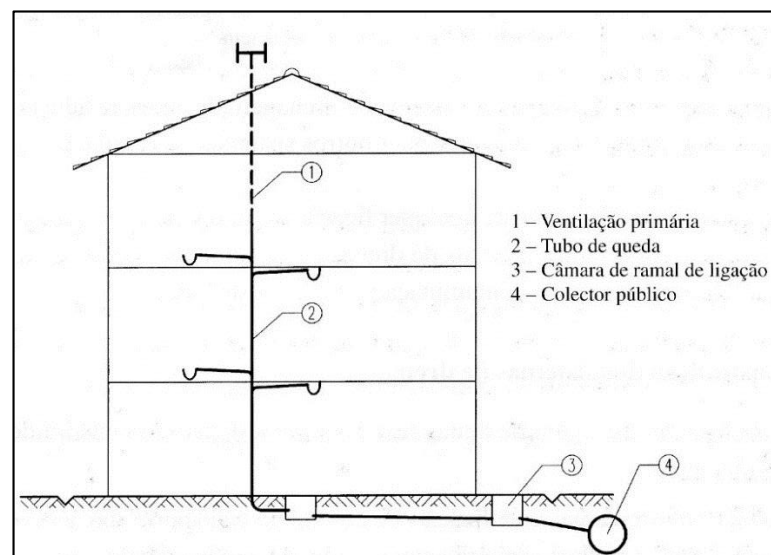



Figura 3. 18 - Sistema de drenagem de água residuais domésticas com ventilação primária (Pedroso, 2000)

Caso esta ventilação não seja suficiente é necessário recorrer à ventilação secundária parcial ou total (figura 3.19) realizada através de colunas de ventilação ou ramais e colunas de ventilação.

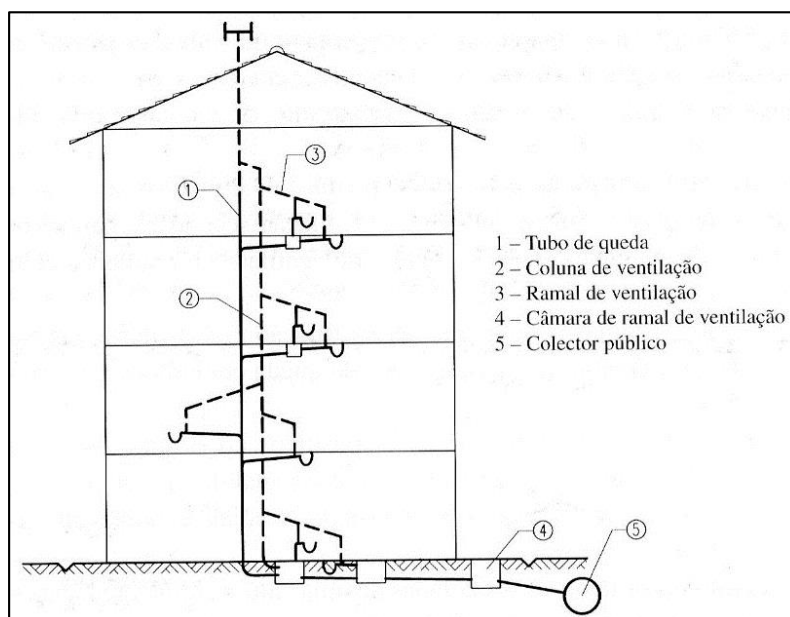



Figura 3. 19 - Sistemas de drenagem de águas residuais domésticas com ventilação secundária completa (Pedroso, 2000)

É necessário realçar que a ventilação do sistema de drenagem de água residuais domésticas nunca deve estar interligada com quaisquer outros sistemas de ventilação existentes no edifício.

3.3.4. REGRAS DE INSTALAÇÃO E TRAÇADO DAS REDES

Para uma melhor execução do traçado é necessário coordenar com as restantes especialidades e é necessário ter em conta as regras definidas no regulamento geral. Após esta análise procede-se ao traçado definitivo, tendo em conta as regras que serão analisadas seguidamente.

3.3.4.1. Ramais de descarga

Para execução dos ramais de descarga é necessário seguir os seguintes pontos (Pedroso, 2000):

- O traçado das tubagens tem de ser construído por troços retilíneos, com caixas de reunião ou curvas de concordância ligados entre si;
- Caso possua vários aparelhos sanitários a descarregar para o mesmo ramal de descarga, é necessário colocar caixa de reunião ou curvas de concordância (figura 3.20);

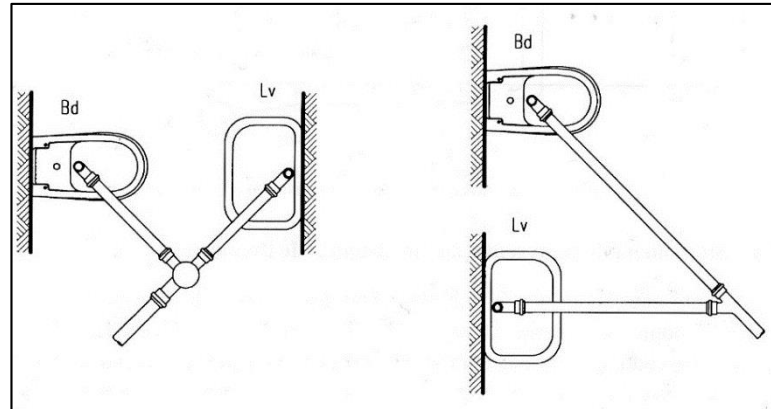



Figura 3. 20 - Ligação de vários aparelhos a um único ramal de descarga

- Em caso algum os troços verticais de ramais de descarga deverão exceder os 2 m;
- Os ramais de descarga individuais de outros aparelhos sanitários só poderão ser ligados a ramais de descarga de bacia de retrete, caso seja implementado uma ventilação secundária (figura 3.21);

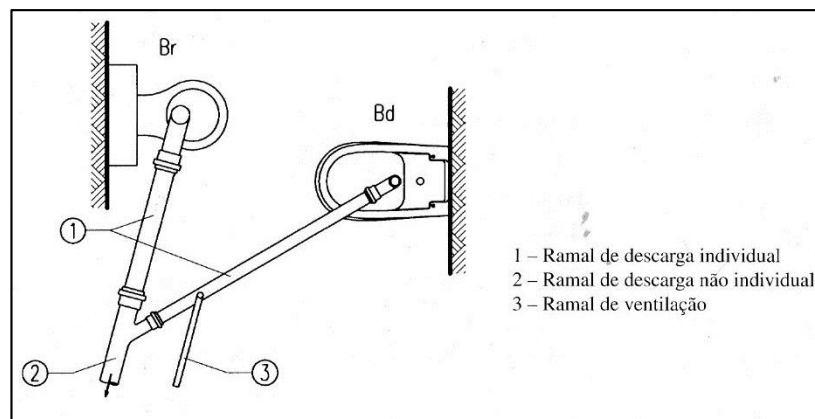



Figura 3. 21 - Ligação de um ramal de descarga de outros aparelhos a um ramal de bacia de retrete (Pedroso, 2000)

- Os ramais de descarga de urinóis, estes só poderão ser ligados a ramais de descarga se águas de sabão caso existe uma caixa de reunião, ou no caso de existir ventilação secundária nos ramais dos outros aparelhos sanitários (figura 3.22);

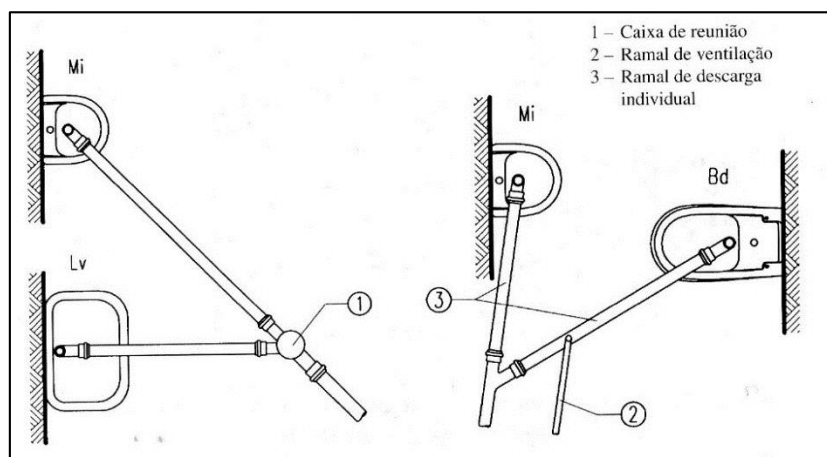



Figura 3. 22 - Ligação de um ramal de descarga de outro aparelho a um ramal de um urinol (Pedroso, 2000)

- A ligação dos ramais de descarga aos tubos de queda, bem como aos coletores deve ser realizada através de forquilhas, no caso à ligação aos coletores esta ainda é possível ser realizada por câmaras de inspeção (figura 3.23);

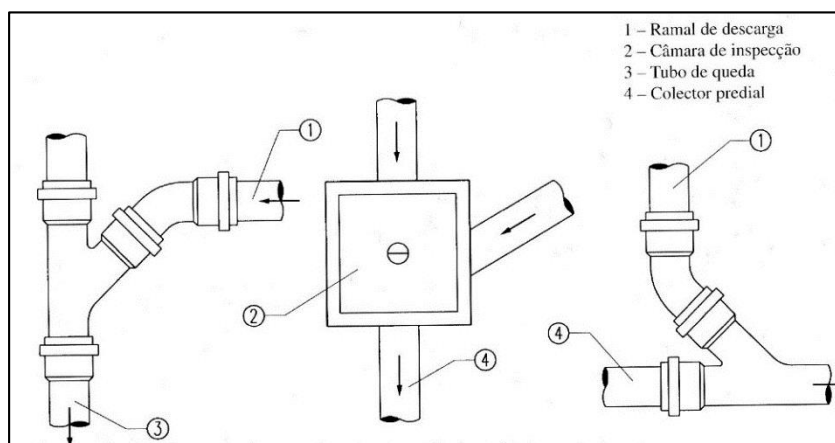



Figura 3. 23 - Ligação de ramais de descarga a coletores prediais e a tubos de queda (Pedroso, 2000)

- Os ramais de descarga de bacias de retrete devem ser ligadas aos tubos de queda independentes dos ramais de águas de sabão. Caso não seja possível, é necessário utilizar forquilhas de ângulo de inserção não superior a 45˚ (figura 3.24);

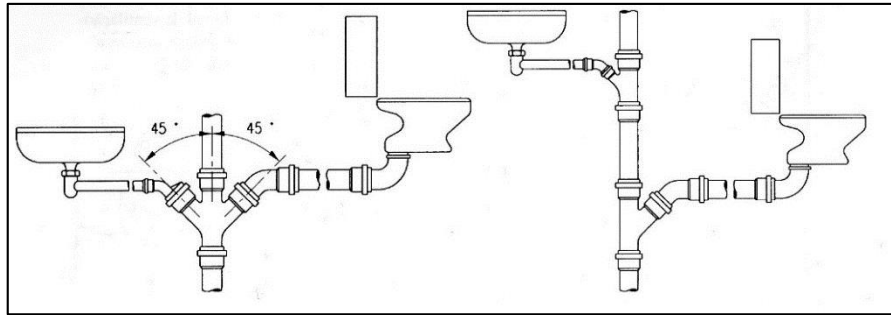



Figura 3. 24 - Ligação dos ramais de descarga de bacias de retrete e de águas de sabão aos tubos de queda (Pedroso, 2000)

3.3.4.2. Ramais de ventilação

Para os ramais de ventilação é necessário ter em conta os seguintes pontos para a sua instalação (Pedroso, 2000):

- O traçado dos ramais de ventilação deve ser constituído por troços retilíneos, ligados entre si por curvas de concordância;
- Os troços verticais devem ser ascendentes e não podem exceder a altura de 0,15 m acima do nível superior do aparelho sanitário que ventilam (figura 3.25);
- Os troços horizontais devem ter uma inclinação ascendente, não podendo ser superior a 200 mm/m para que possibilitam a condução das condensações originadas pelo ramal que ventilam (figura 3.25);
- A distância entre a inserção do ramal de ventilação no ramal de descarga e o sifão não pode ser inferior a duas vezes o diâmetro do ramal (figura 3.25), nem poderá ser superior ao valor exibido no ábaco XVI do regulamento geral;

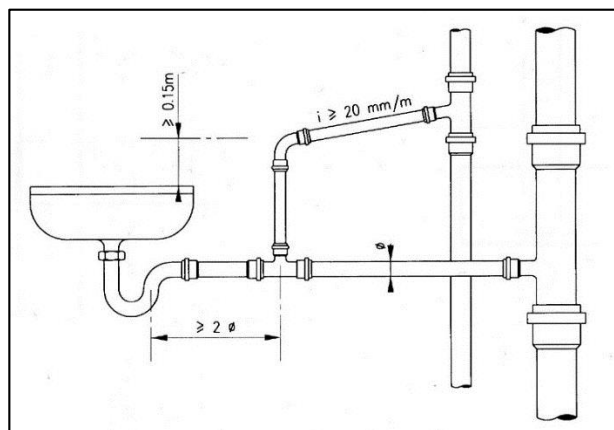



Figura 3. 25 - Ligação do ramal de ventilação ao de descarga (Pedroso, 2000)

- Na exigência de aparelhos em bataria, exceto de bacias de retrete e similares, na ausência de ventilação secundária, a ligação dos ramais de ventilação devem ser feitos aos ramais de descarga, no máximo de 3 em 3 aparelhos (figura 3.26 e 3.27).

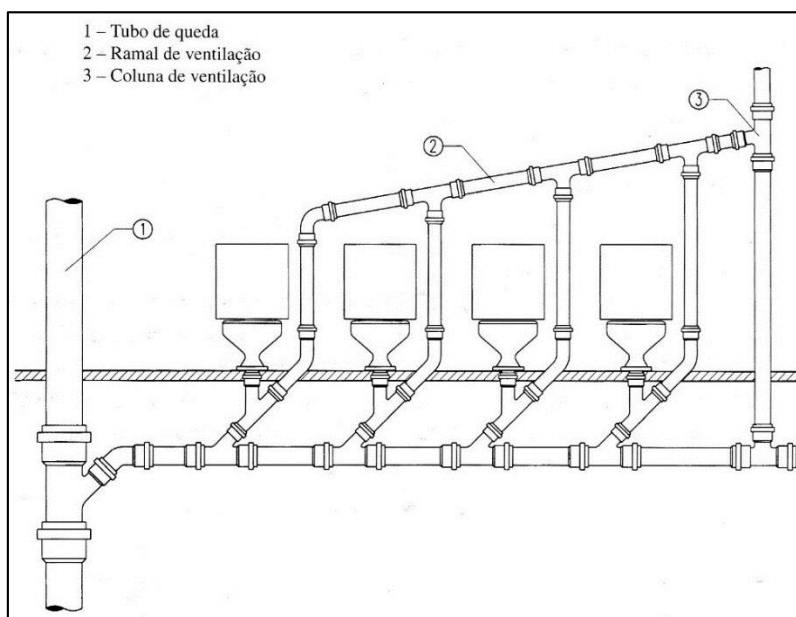



Figura 3. 26 - Bateria de sanitas ou aparelhos similares (Pedroso, 2000)

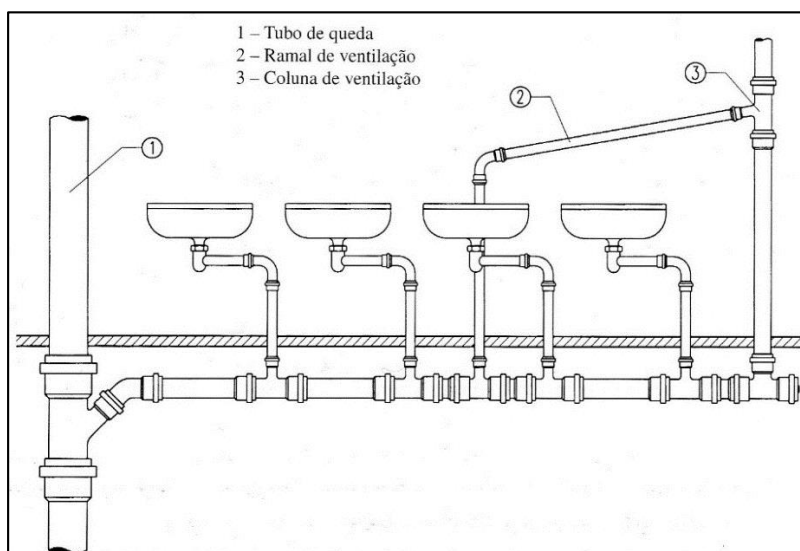



Figura 3. 27 - Bateria de outros tipos de aparelhos (não sanitas nem similares) (Pedroso, 2000)

3.3.4.3. Tubos de queda

Relativamente aos tubos de queda é necessário ter em conta (Pedroso, 2000):

- O traçado do tudo de queda deve ser preferencialmente num único alinhamento reto e deve ser verticais;
- Caso o ponto anterior não seja possível, as mudanças de direção devem ser obtidas a partir de curvas de concordância e é necessário ter em conta que o valor de translação não pode ser

superior a dez vezes o diâmetro do tubo de queda. Caso ocorra, o troço de tubagem de fraca pendente deverá ser tratado como coletor predial (figura 3.28)

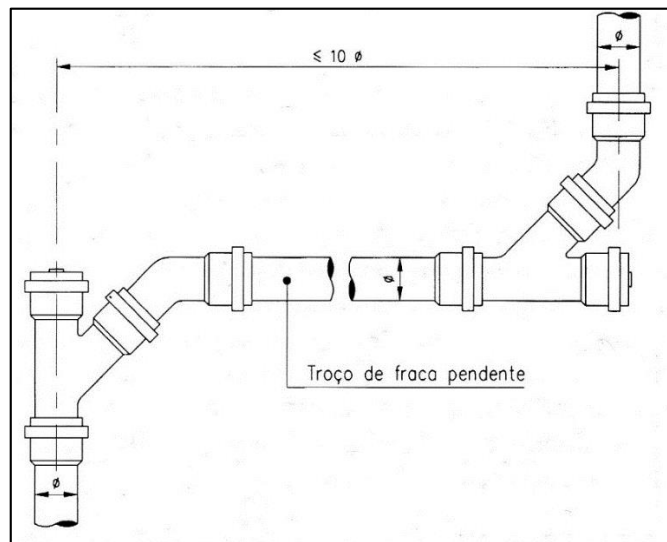



Figura 3. 28 - Mudança dos tubos de queda (Pedroso, 2000)

- A conciliação entre os tubos de queda e as tubagens de fraca pendente, devem ser feita através de curvas de transição de raio maior ou igual ao triplo do diâmetro, outra solução poderá ser a utilização de duas curvas de 45˚;
- A realização da inserção do tudo de queda nos coletores prediais deve ser a partir de forquilhas ou câmaras de inspeção e o afastamento entre o tubo de queda e o coletor ou a câmara de inspeção não pode exceder dez vezes o seu diâmetro caso isto ocorra deve-se colocar um sistema de ventilação secundaria;
- Deve ser colocados uma boca de limpeza nos tubos de queda, este não pode ter diâmetro inferior ao diâmetro do tubo de queda, esta boca de limpeza devem ser colocadas de modo a garantir a sua acessibilidade em todas as mudanças de direção e próximos das curvas de concordância, próximo da mais elevada inserção dos ramais de descarga e no mínimo de três em três pisos próximo das inserções dos ramais (figura 3.29).

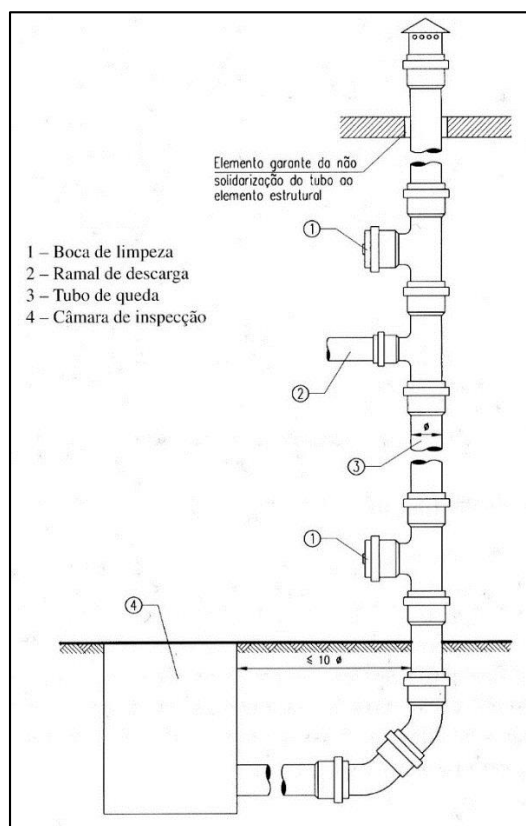



Figura 3. 29 - Ligação do tubo de queda à câmara de inspeção (Pedroso, 2000)

- Para acautelar os inconvenientes das compressões na base dos tubos de queda, deve-se evitar a ligação da coluna de ventilação ao coletor e ao tubo de queda.

3.3.4.4. Colunas de ventilação

Para as colunas de ventilação é necessário os seguintes pontos para a sua execução (Pedroso, 2000):

- O traçado das colunas de ventilação devem ser verticais, caso não seja possível, deve ser obtida por troços de tubagem retilíneos ligados por cuvas de concordância, e esta translação deve dispor de uma inclinação ascendente;
- As colunas de ventilação devem ter a sua origem nos coletores prediais ou câmaras de inspeção, caso a origem se verifique nos coletores prediais este tem de ter uma distância do tubo de queda de 10 vezes o diâmetro deste;
- Caso termine no tubo de queda, a introdução da coluna de ventilação tem que apresentar uma distância não inferior a 1 m acima da última introdução do ramal de descarga (figura 3.30);

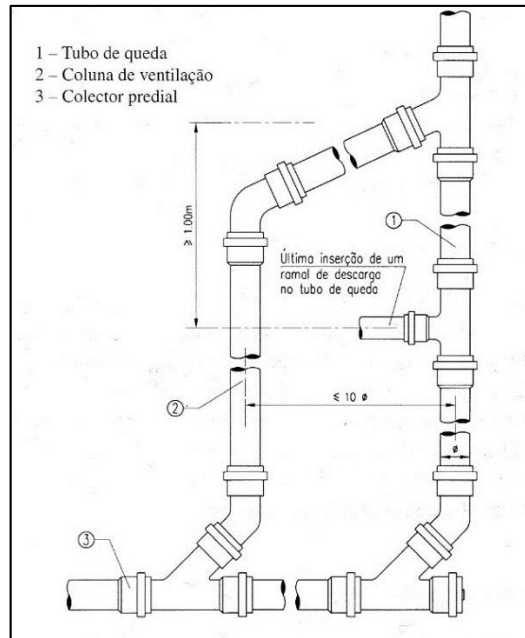



Figura 3. 30 - Ligação da coluna de ventilação ao coletor e tubo de queda (Pedroso, 2000)

- A ligação entre as colunas de ventilação e os tubos de queda devem ser construídas no mínimo de 3 em 3 pisos, através de troços de tubagem retos, ascendentes e ligados por curvas de concordância (figura 3.31);
- Na inexistência de tubo de queda, as colunas de ventilação deverão ter início nas extremidades a montante dos coletores prediais;
- A instalação das colunas de ventilação devem ser realizadas em galeria, de forma a serem acessíveis.

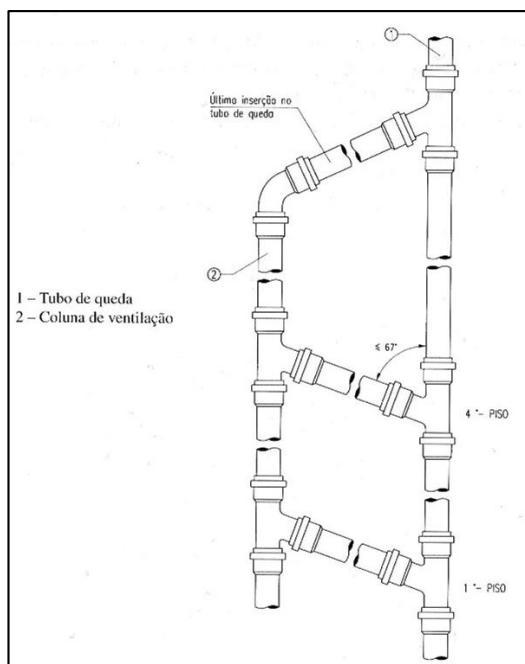



Figura 3. 31 -Ligação ao tubo de queda

3.3.4.5. Coletores Prediais

Para a instalação dos coletores prediais é necessário ter em conta (Pedroso, 2000):

- A constituição de coletores prediais deve ser por troços retilíneos, quer em planta, bem como em perfil;
- No caso da construção dos coletores prediais enterrados, é necessário implementar câmaras de inspeção no seu início, nas mudanças de direção, nas mudanças de inclinação, nas alterações de diâmetro e nas confluências, para possibilitar eventuais operações de manutenção e limpeza (figura 3.32);

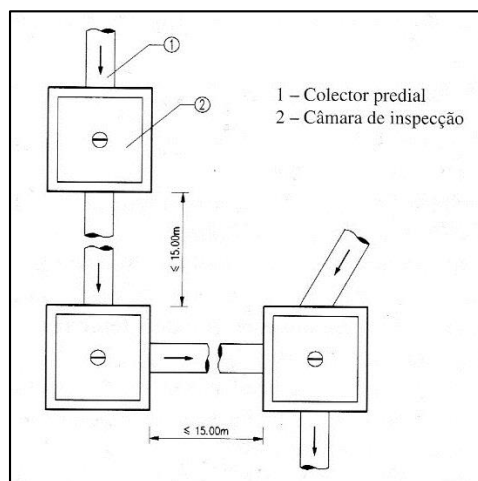



Figura 3. 32 - Coletores prediais enterrados (Pedroso, 2000)

- No caso da construção dos coletores prediais se realizarem à vista e garantido o seu acesso, pode-se alterar as câmaras de inspeção por curvas de transição, forquilhas, redução e bocas de limpeza e colocadas de modo se possibilita a sua limpeza e manutenção (figura 3.33);
- A distância máxima entre bocas de limpeza e câmaras de inspeção deve ser de 15m;

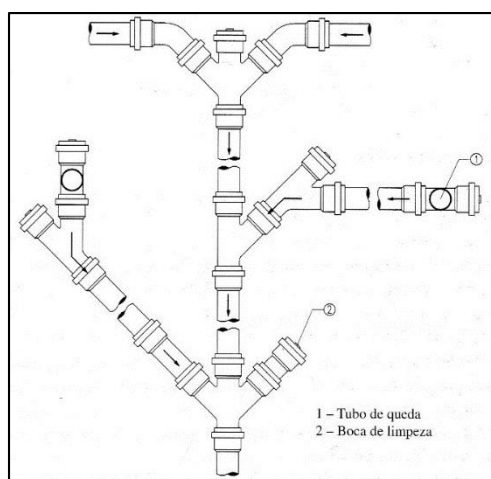



Figura 3. 33 - Coletores instalados à vista (Pedroso, 2000)

4

BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

4.1. ENQUADRAMENTO

A indústria da construção tem sofrido dificuldades econimicas em Portugal, ao longo dos últimos anos, obrigando a procura de novos métodos e processos com o intuito de economizar recursos e tempo.

Um desses processos que tem sido alvo de análise é o *Building Information Modeling* (BIM). Ao longo destes anos de estudo tem havido muitas definições sobre o que é o BIM sendo por vezes pensado que este é um *software,* o que é errado. O BIM consiste num processo baseado num sistema base de informações que cria valor e inovação a longo prazo. Este processo melhora a forma como os projetos são executados e construídos (Jernigan, 2008).

Num BIM a informação encontra-se interligada por via de relações paramétricas o que significa que as alterações são processadas em tempo real em todo o modelo, evitando a propagação de erros e dinamizando os processos de atualização, sendo este, a maior vantagem na utilização do BIM. Com as relações paramétricas entre os elementos do modelo é possível trabalhar em qualquer vista sem que altere as restantes (Gequaltec, 2011).

No ponto de vista do *Nacional Intituite of Building Sciences* (NIBS) o BIM é muito mais que uma representação virtual dos objetos com a intenção da criação de vistas automáticas. Segundo NIBS esta tecnologia é um processo melhorado de planeamento, projetar, construir, uso e processo de manutenção de uma instalação, nova ou velha, utilizando um modelo de informação normalizado que inclui toda a informação apropriada num formato utilizado por todos em todo o seu ciclo de vida (NIBS, 2008).

Um outro benefício do BIM é a possibilidade de partilhar a informação entre espacialidade constituída num projeto de forma rápida. Para que isto seja possível é necessário que a informação esteja alojada num servidor central, sendo assim possível atualizar sempre que haja alterações feitas, desta forma é possível ter uma construção melhorada, pelo facto dos intervenientes terem sempre acesso a versão mais recente do projeto. É necessário que os procedimentos sejam muito bem definidos entre cada interveniente no projeto definindo as regras de partilha de informação, bem como a normalização dos modelos virtuais gerados com recurso a ferramentas BIM (Silva, 2013).

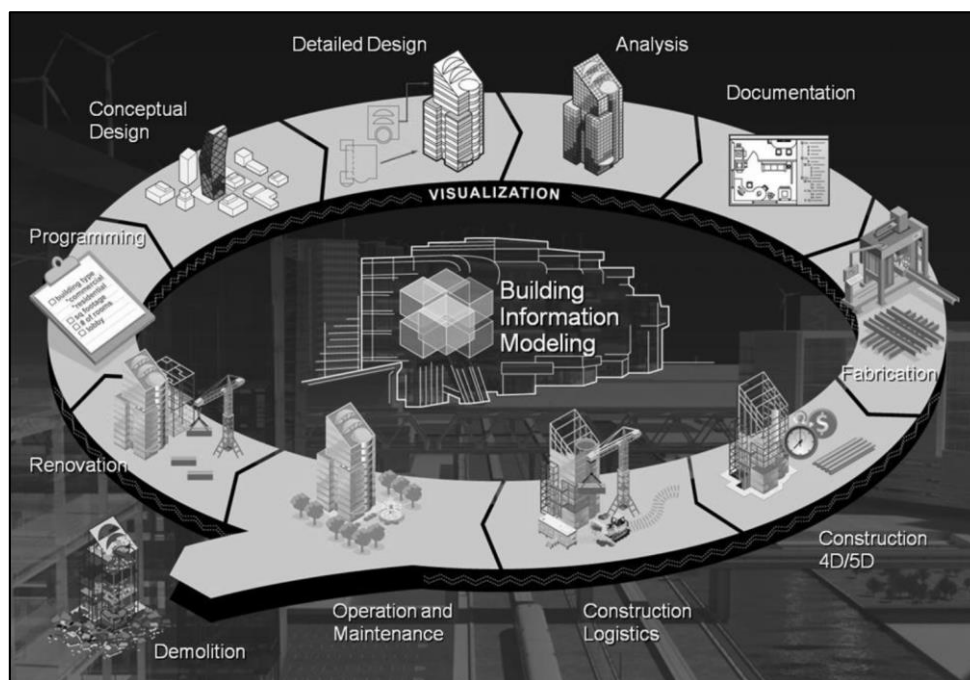



Figura 4. 1 - Ciclo de vida de um edifício utilizando o BIM (Autodesk, 2014)

Podemos observar que os dados introduzidos em cada fase poderão ser partilhados por todas as fases e especialidades intervenientes num projeto, melhorando assim as ligações entre especialidades e com a atualização de alterações em tempo real é possível aumentar a produtividade e diminuir os custos.

4.2. FUNCIONALIDADE DO BIM

4.2.1. CONCEÇÃO

As mais correntes aplicações BIM, são autênticas ferramentas de conceção e Design de edifícios. Nesta aplicação, a modelação do edifício passa dos simples esboços em papel para formato digital, podendo utilizar o *Software* para testar os diferentes tipos de soluções, mas tendo sempre em conta os requisitos e métodos de um modelo de construção. O desenvolvimento da modelação consiste no recurso a bibliotecas ou famílias, que são editáveis por cada utilizador. Assim é possível haver compatibilidade do modelo com os materiais e processos de construção que é necessário para cada obra, aumentando significativamente a construtibilidade do projeto e reduzindo as incompatibilidades existentes entre especialidades e ajustando se necessários entre o projeto de conceção e o projeto de execução (WIQI, 2013).

4.2.2. VISUALIZAÇÃO

Na modelação BIM, o processo de visualização BIM realiza-se automaticamente, ou seja, o utilizador define o tipo de vista que pretende e o modelo gera-a. Este inclui plantas, alçados, cortes, pormenores e elementos 3D. Pelo facto da modelação obedecer a regras paramétricas, todas as alterações efetuadas

são alteradas automaticamente em todas as vistas em tempo real, possibilitando a consistência do modelo tanto na fase inicial, como na fase final.

Devido às capacidades de visualização dos BIM, este permite uma melhor perceção global do modelo durante todo o ciclo de vida do edifício, assim sendo é possível retratar várias fases da construção. Este ainda permite criar um modelo muito aproximado à realidade, reduzindo assim a imprevisibilidade associada a vários aspetos dos processos de construção.

Outra potencialidade do modelo, em relação à visualização, é a capacidade de realizar uma inspeção visual, permitindo assim uma verificação manual de erros de altimetria.

Outra funcionalidade que decorre da visualização potenciada do modelo é a capacidade de efetuar uma inspeção visual, permitindo uma verificação manual de erros de geometria, erros em ligações entre elementos, sobreposição de elementos e omissão de elementos (figura 4.2) (WIQI, 2013).

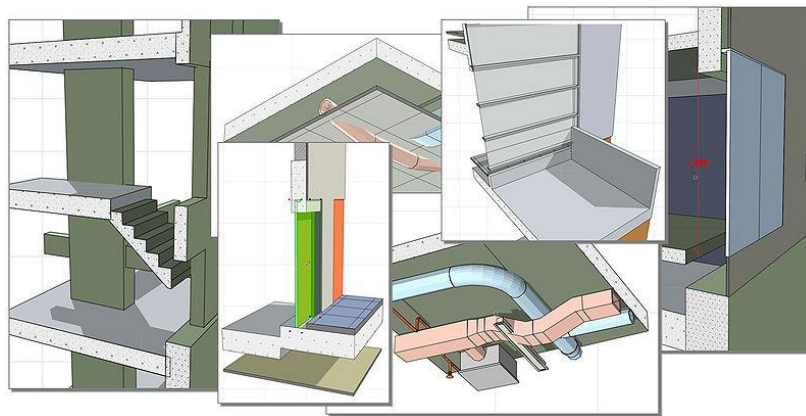



Figura 4. 2 - Conjunto de erros e de sobreposições de elementos (WIQI, 2013)

4.2.3. Quantificação

A abordagem de modelação por elementos força à especificação de parâmetros para cada um dos elementos. Existem alguns parâmetros que são *standard*, como altura, comprimento, espessura e área. Existem outros parâmetros que são necessários ser definidos pelo utilizador como custo de construção, tempo de construção, custo de material, fabricante, histórico de propriedade, entre outros. Nos dias de hoje, existem já aplicações BIM que permitem efetuar listagens por elementos, por parâmetros e por quantidades. Assim, permite extrair automaticamente certas quantidades do modelo. Dependendo da capacidade de interoperabilidade, as quantidades podem depois ser aproveitadas por outras aplicações para executar operações de orçamento, planeamento e gestão da construção (WIQI, 2013).

4.2.4. Colaboração

A extensão das ferramentas BIM permite a junção de um volume significativo da informação ao ciclo de vida do edifício num único projeto. Pelo facto de esta modelação permitir a partilha do modelo com vários colaboradores, permite que o trabalho seja realizado a partir da mesma plataforma, diminuindo assim os erros e omissões que possam ocorrer na interpretação e tradução da informação, possibilitando assim uma otimização do modelo, harmonizando todas as especialidades do projeto.

No modelo BIM, a partilha é condicionada pela falta de interoperabilidade entre os formatos proprietários das aplicações. O formato IFC, nos dias de hoje encontra-se em várias das mais importantes aplicações BIM e apresenta-se como uma das poucas formas de ultrapassar o problema da interoperabilidade. Este formato assegura a transmissão de uma parte substancial da informação, embora a sua utilização não se concretize numa correspondência total entre distintos modelos proprietários.

Relativamente à compatibilidade entre projetos de especialidades diferentes, apresenta-se uma das tarefas mais difíceis a nível de gestão de projetos. A tendência das ferramentas BIM tem apontado cada vez mais no sentido de trabalhar com toda esta informação num só modelo. Existem aplicações, nos dias de hoje, que não só permitem a agregação de projetos de diferentes especialidades, bem como possuem ferramentas que realizam uma verificação da compatibilidade dos modelos, como identificar sobreposições, erros, conflitos e omissões que possam existir no modelo global (figura 4.3) (WIQI, 2013).

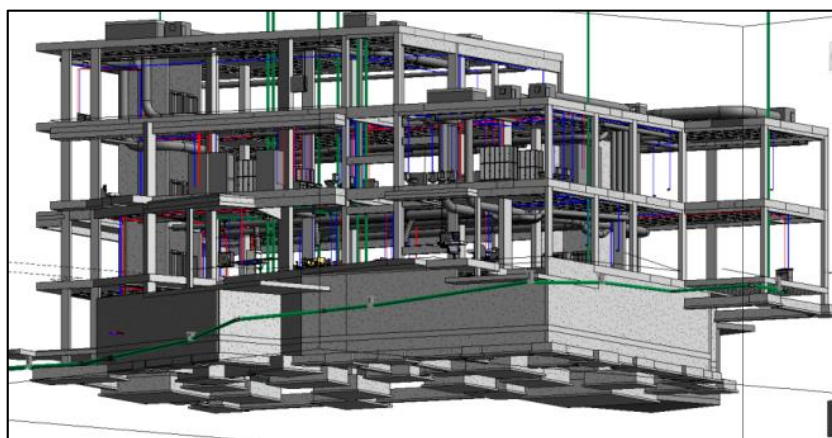



Figura 4. 3 -Conjunto das especialidades (Freitas, 2014)

4.2.5. DOCUMENTAÇÃO

A elaboração de documentos técnicos da construção é um dos trabalhos mais demorados nos processos de construção, tanto a nível de documentação para licenciamento, contratação ou preparação de obra. A realização automática na produção destes documentos técnicos a partir de um BIM facilita estas tarefas. Estas aplicações BIM foca principalmente a produção de peças desenhadas, incluindo ferramentas para criação de *layouts*, realizadas com a finalidade de apoiar a impressão das peças.

Existem ainda algumas aplicações BIM que produzem documentação escrita, sobretudo a nível de mapas de quantidade, ou seja, listagens de quantidades, tanto medidas ou elementos, extraídas automaticamente a partir do modelo. Relativamente às peças desenhadas, contêm mais informação especialmente a nível de articulação, mapas de trabalho, especificações técnicas, memória descritiva e estimativas orçamentais.

4.3. NORMAS UTILIZADAS NO BIM

4.3.1. NORMAS NO MUNDO

A utilização do BIM no mundo tem vindo a crescer ao longo destes anos, sendo em alguns países a obrigatoriedade da utilização do BIM. Com a expansão da tecnologia BIM, foram desenvolvidos algumas normas ou diretrizes, por organizações de alguns países, para implementação desta tecnologia.

A *American Institute of Architects* (AIA), apresenta uma tabela com as iniciativas que têm sido implementadas no mundo, com o objetivo de apresentar as normas ou diretrizes que tem sido implementadas a cada país. Na tabela 4.1 estão ilustrados algumas das normas ou diretrizes de cada país, bem como as organizações responsáveis. No anexo I encontra-se uma lista mais extensa das normas ou diretrizes existentes em todo o mundo.

Tabela 4. 1 - Normas ou diretrizes do BIM de alguns países (buildingSMART, 2009)

País	Organização	Norma/Diretriz	Ultima atualização
Finlândia	buildingSMART Finland	COBIM - Common BIM Requirement 2012	2014-02-18
Reino Unido	NBS	NBS BIM Object Standard	2015-03-24
Estados Unidos da América	National Institute of Building Science (NIBS)	NBIMS-US v2 (National Building Information Modeling Standard - United States, Version 2)	2014-02-18

Podemos verificar que tem havido ao longo dos anos o esforço na implementação do BIM em alguns países no mundo, havendo esforços importantes da parte de organizações e universidades na criação de normas e diretrizes para um melhor funcionamento correspondente a cada país. Podemos verificar que os Estados Unidos da América é o que apresenta um número maior de normas/diretrizes. Relativamente à Europa nos últimos anos tem aumentado os países aderentes a esta tecnologia, tendo alguns dos países desenvolvido normas ou diretrizes, como Noruega, Finlândia, Reino Unido, Dinamarca, Alemanha e Espanha, sendo que os 3 primeiros países foram os primeiros a mostrar maior interesse em tornar padrão o uso do BIM.

No seguimento serão apresentadas as normas dos Estados Unidos de América referente à organização de NIBS e GSA. Relativamente a Europa vai ser tratado o COBIM da Finlândia e o AEC do Reino Unido, sendo este os mais completos.

4.3.2. NORMAS BIM NOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA (EUA)

Como foi referido anteriormente nos EUA tem havido um grande desenvolvimento na tecnologia BIM e a sua aplicação tem sido cada vez a mais dotada. Com este aumento na utilização tem obrigado a serem criados normas e diretrizes para uma melhor aplicação desta tecnologia, sendo que nos EUA é o país

que apresenta maior desenvolvimento no assunto, de seguida será apresentada a norma mais aplicada e mais desenvolvida dos EUA, sendo esta a NBIMS.

4.3.2.1. National Building Information Modeling Standard (NBIMS)

A National Building Information Modeling Standard é uma iniciativa da National Instutute of Building Sciences que tem como objetivo estabelecer normas necessárias para promover a inovação em processos e infraestrutura para que os utilizadores finais, para que todas as fases da indústria possam terminar em forma eficiente as informações necessárias para criar e operar instalações otimizadas. A National Instutute of Building Sciences é uma organização sem fins lucrativos e não-governamental e a sua função é apoiar os avanços na ciência e tecnologia dos edifícios, para que se possam melhorar o desempenho destes e reduzir os desperdícios e poupar energia e recursos (NIBS, 2012a).

Com o aumento de organizações com iniciativas em curso para desenvolver a tecnologia de dados, ou seja, codificações, interfaces ou esquemas, que permitam haver interação entre diferentes tecnologias, é uma das funções mais importantes da NBIMS, conciliar e coordenar o trabalho entre as organizações com o produtos e interesses semelhantes. Existem várias organizações profissionais que estão a apoiar a NBIMS, bem como proporcionar experiência sobre o assunto e recursos importantes para o seu desenvolvimento. Além disso, existem mais de 300 aplicações que suportam IFC e muitos dos fornecedores de aplicações BIM estão a participar no comité como consultores e têm apresentado todo o seu apoio às normas, bem como participado nos testes de usabilidade (WBDG, 2010).

A criação da norma BIM nos EUA tem sido feita a partir de guias, requerimentos e regras que têm sido lançadas por diferentes organizações.

Como a *buildingSMART aliance* faz parte da *BuildingSmart* internacional, a norma é rapidamente espalhada por todo o mundo, sendo que, alguns países utilizam esta norma como base para criarem as suas normas ou guias. Por vezes a NBIMS utiliza essas guias para se complementar a sua norma (NIBS, 2012a).

Encontra-se disponível para consultar a última versão da NBIMS, sendo esta a versão 2 e é projetado para dois públicos específicos (NIBS, 2012b):

- Produtores e vendedores de software;
- Os responsáveis da indústria que projetam, constroem, possuem e operam o ambiente da construção.

Este documento encontra-se dividido em cinco partes (NIBS, 2012b):

1. Âmbito;
2. Referências normativas;
3. Termos e definições;
4. Normas de partilha de informação;
5. Documentos práticos

Anexo A: NBIMS-US Project Committee Rules of Governance – Janeiro 2011

Anexo B: versão 1 de NBIMS – parte 1: Visão, princípios e Metodologias - Dezembro de 2007

Capitulo 1 – Refere a quem é direcionado e o âmbito da norma.

Capitulo 2 – Neste capítulo são apresentadas normas de referências aplicadas na NBIMS. As normas encontram-se divididas em três categorias: Normas de modelo e dicionário; normas de troca de informação e normas de estrutura de dados e de identificação. Estas categorias fornecem aos produtores de *software* a primeira norma necessária para o desenho e codificar os programas interoperáveis, o que permite aos profissionais da indústria da construção a troca de dados e informações sem problemas.

Este capítulo encontra-se dividido em 9 sub capítulos, sendo cado um referente a uma norma. As normas apresentadas são o IFC, *World Wide Web Consortium Extensible Markup Language Specification and Validation 1.0,* algumas tabelas de OmniClass™ e *International Framework for Dictionaries Library/ buildingSMART Data Dictionary* (ver difinição anexo II).

Capítulo 3 – Neste capítulo é apresentados termos e definições incluídas na norma. São descritos os termos utilizados pelos autores desta norma, para que não haja duplas interpretações na leitura dos termos.

Capitulo 4 – neta seção são incluídos documentos que expõem normas de partilha de informações por meio de processos de modelação, *Information delivery manuals* (IDM), e a sua ligação com as *Model view definitions* (MVD), desenvolvido para guiar protocolos de partilha de informação que tenham sido testados e documentados para as seguintes aplicações:

- Construction Operations Building Information Exchange (COBie)
- Projetar para o programa de validação dos espaços (SPV)
- Projetar para a análise energética dos edifícios (BEA)
- Projetar para extração de qualidades para estimar custos (QTO)

Para uma melhor compreensão é necessário recorrer ao anexo 2, onde é apresentadas as definições dos pontos.

Esta seção apresenta os processos para troca de informação através do cumprimento dos requisitos de submissão IDM e MVD.

Capitulo 5 – Inclui uma compilação de vários recursos que os profissionais possam utilizar para orientar nos seus negócios e que os donos de obras possam utilizar para descrever o que necessita e quer em BIM. Nesta secção ainda inclui documentos que tem sido utilizados com sucesso em vários projetos BIM. Um desses documentos apesentados nesta norma é o *MEP Spatial Coordination Requirements for Construction Installation Models and Deliverables* irá fornecer orientação para as empresas de construção e indivíduos envolvidos em 3D MEP (mecânica, elétrica, hidráulica e de proteção contra incêndios) e a coordenação especial de sistemas e componentes para fabricação e instalação. Nenhum documento único pode transmitir todos os aspetos necessários para completar um BIM, portanto, o foco principal deste documento é descrever o processo de coordenação especial MEP usando 3D e da tecnologia BIM para os projetistas, instalação e comerciais.

O facto de esta norma ser uma compilação de várias normas, de diferentes entidades, faz com que não seja muito fácil de ser compreendida. Após a análise desta norma foi possível perceber o principal objetivo, na indústria da construção, desta norma, que é a passagem de informação de uma fase de processo de construção para outra. Outro ponto a ter em conta é o modo como é gerada ou adicionada a informação. É necessário que esta seja acessível num formato que possa ser usado sempre que for necessário.

4.3.3. Normas BIM no Reino Unido

O principal objetivo do governo, do Reino Unido, no sector da construção é reduzir o custo dos projetos de construção do governo em 20%. Para tal o governo tem realizado algumas iniciativas, sendo uma delas a aplicação do BIM em projetos do governo ao longo de 5 anos e exige que seja obrigatório a utilização de BIM nível 2 até 2016.

Para que isto seja possível tem havido apoio de entidades que têm criado normas para melhorar a aplicação do BIM no Reino Unido.

4.3.3.1. NBS BIM Object Standard

Esta norma destina-se a profissionais de construção, fabricantes e outros utilizadores do conteúdo BIM, para auxiliar na criação de objeto BIM que operem em um ambiente de dados comum (NBS, 2014).

Através da utilização de uma norma comum, a integração de informações de construção e seu uso eficaz se torna possível (NBS, 2014).

NBS é a fonte confiável de especificações de produtos de informação, BIM e soluções de gestão de produtos para a indústria da construção no Reino Unido. O seu sistema de especificação já é reconhecidas como padrão preferencial do Reino Unido (NBS, 2014).

Os produtos e serviços da NBS estão no centro de coordenação de informação sobre um ativo. *NBS Create* é o mais recente sistema de especificação que tem sido desenvolvido para o BIM (NBS, 2014).

O *NBS National BIM Libary* é a principal fonte de conteúdo do BIM “*free-to-use*”, ou seja, uso gratuito, no Reino Unido e atualmente também internacionalmente (NBS, 2014).

Esta norma encontra-se dividido em 5 secções, sendo estes as seguintes (NBS, 2014):

- Secção 1: Requisitos gerais;
- Secção 2: Requisitos de informação;
- Secção 3: Requisitos de geometria;
- Secção 4: Requisitos funcionais;
- Secção 5: Requisito de dados.

Secção 1 – Esta secção descreve os requisitos gerais para o objeto BIM e inclui os requisitos gerais de como é caraterizado o objeto, tipo de objeto IFC e requisitos de tipo pré-definidos. Além disso, define o nível de detalhe dentro do objeto BIM.

Secção 2 – Esta secção define os requisitos para a informação contida dentro de um objeto BIM e inclui os requisitos gerais, tais como, definição de propriedades, propriedades e valores, bem como as propriedades de COBie e IFC.

Secção 3 – Esta secção define os requisitos mínimos de geometria do objeto BIM para descrever a forma física do produto de construção. Apresenta também como é detalhada a geometria e como depende de um número de fatores tais como o tipo de objeto e como ele se destina a ser usado, juntamente com os aspetos práticos do trabalho com plataformas BIM contemporâneos.

O âmbito desta secção inclui também os requisitos gerais, tais como nível de detalhe geométrico. Além disso, esta secção define os requisitos dimensionais e de medições.

A informação geométrica é dividida em:

- Dados gerais de geometria;
- Dados de forma;
- Dados simbólicos;
- Dados especiais;
- Dados de superfície/materiais;
- Dados de conexão.

Secção 4 – Esta secção descreve os requisitos funcionais que podem ser incorporados dentro do objeto BIM, para representar características comportamentais, restrições e conectividade.

Secção 5 – Esta secção define os requisitos de dados para o objeto BIM e inclui convenções de nomenclaturas para arquivos, objetos, propriedades dos materiais, valores e imagens.

4.3.4. Normas BIM na Finlândia

A Finlândia tem sido um dos primeiros a adotar pela tecnologia BIM. A agência estatal de serviços de propriedades Finlandesas tem exigido o uso de BIM para os seus projetos desde 2007.

Na Finlândia o BIM atualmente tornou-se uma ferramenta diária em projetos. Todas as grandes cidades e todas as grandes firmas de construção estão a utilizar o BIM. O BIM é utilizado desde o planeamento até a conceção à construção do edifício (Zeiss, 2014).

Para que esta aplicação fosse tão rápida os Finlandeses criaram a *Common BIM Requirements* (COBIM)

4.3.4.1. Common BIM Requirements (COBIM)

O COBIM baseia-se nos requisitos do BIM *Requirements published* de *Senate Properties published*. O Projeto foi financiado por *Senate Properties*, para que os outros dono de obras e projetistas, empresas de construção e fornecedores de software tenham algum para se guiarem.

A buildingSMART Finlândia também participou no financiamento do projeto, resultando assim, um documento que foi lançado na Finlândia em março de 2012, e este apresenta-se dividido em 13 series, sendo estas os seguintes (COBIM, 2012):

- Serie 1: Parte geral;
- Serie 2: Modelação de uma situação inicial;
- Serie 3: Projeto de arquitetura;
- Serie 4: Projeto MEP;
- Serie 5: Projeto estrutural;
- Serie 6: Garantia de qualidade;
- Serie 7: Extração de quantidade;
- Serie 8: Uso de modelos para visualização;
- Serie 9: Utilização de modelos para analise MEP;
- Serie 10: Analise energética;
- Serie 11: Gestão de um projeto BIM;
- Serie 12: Uso de modelos em gestão de edifício;
- Serie 13: Uso de modelos na construção.

Série 1: Este documento descreve os requisitos básicos e conceitos do uso de Building Information Modeling (BIM) em projetos de arquitetura. A modelação pertence à parte do processo de conceção

paralela e outros métodos, como desenhos detalhados, horários e descrição de construção. Estes requisitos abordam apenas os processos associados com o BIM.

Esta série trata das mesmas questões que documentos específicos de cada especialidade, mas em nível mais geral. Ainda define que cada especialidade tem que criar e manter um documento de descrição do modelo. Contém ainda informação referente a software de modelação usado, diferentes versões criadas do modelo original e as exceções desses requisitos.

Série 2: Este documento aborda a modelação da situação de partida, o que corresponde a inquéritos, inventários e outras análises e documentação produzidos a partir destes e de seus requisitos de conteúdo de informação.

Define o nível de conteúdo e precisão da modelagem que é necessário no início do documento e define as tarefas de medição e inventário.

Série 3: Um modelo de arquitetura é obrigatório em todas as fases de conceção de projetos baseados em BIM. Este modelo é a base para todos os outros modelos e é parte integrante de muitas análises e simulações. Portanto, é essencial que o modelo do arquiteto seja tecnicamente correto em todas as fases do projeto.

Este documento especifica os requisitos para o arquiteto que utiliza o BIM, e encontra-se dividido pelas várias fases do projeto. É apresentado numa parte desta secção os princípios gerais do BIM a ter em conta em projeto de renovação, onde é referido a importância da utilização de IFC como norma de partilha de informação, bem como a importância do modelo de inventário. Esta série ainda descreve os requisitos BIM necessários em todas as fases do projeto.

Série 4: Este documento é dirigido para a modelação MEP e define o conteúdo da informação contida nos seus projetos nos seus projetos. Quando o projeto MEP é publicado não pode ter incluído os restantes projetos das outras especialidades, mesmo que estas tenham sido utilizados como referencia e só podem incluir objetos que fazem parte dos projetos MEP.

Esta série também especifica o conteúdo das tarefas do projeto MEP que recorrem ao BIM. Esta modelação encontra-se divida em duas áreas, sendo esta a fase de projeto esquemático e projeto de desenvolvimento e a fase de projeto de pormenor. A primeira fase destina-se a suportar as restantes especialidades, ou seja, destina-se a reproduzir dados suficientes para realizar o modelo de arquiteturas e estruturas. Por este facto, a realização do projeto MEP deve focar-se na escolha do sistema, indicando as técnicas necessárias e reservar espaço para as condutas e para outros equipamentos. A segunda fase destina-se à modelação de todos os sistemas do edifício. Esta secção destina-se a apresentar os requisitos para esta modelação, desde os aspetos de transferência de ficheiros aos componentes a serem modelados.

Série 5: Este documento dirige-se a modelação estrutural em BIM e define a informação necessária dos modelos BIM produzidos pelo projeto de estruturas. Os projetos nesta série encontram-se divididos por fases e com os respetivos requisitos, sendo estas divididas em três fases de projeto.

A primeira fase corresponde ao projeto geral que consiste em testar a sua viabilidade. A segunda fase corresponde ao projeto de concurso, ou seja, o projeto é realizado pelos requisitos da entidade adjudicante. Por último, a terceira fase corresponde ao projeto de execução, que tem como objetivo fornecer os desenhos para a execução e montagem das estruturas.

Série 6: Este documento está focado em verificar a qualidade dos projetos de construção de acordo com o projeto baseado em BIM. Os principais objetivos da garantia da qualidade são dois: primeiro, a

qualidade de cada um dos projetistas de cada especialidade e em segundo lugar, a troca de informação entre os projetistas com eficiência, tornando assim o processo de projeto mais eficiente.

Esta série ainda concentra-se no método de garantia de qualidade, descrevendo os tipos de problemas BIM que podem ocorrer, bem como detetá-los e como corrigi-los da maneira mais conveniente.

Série 7: Este documento não contém instruções de como as quantidades devem ser retiradas a partir de um BIM. O objetivo desta secção é proporcionar ao leitor uma compreensão do que se entende por extração de qualidade baseado por em BIM.

Foca-se apenas na extração de quantidades de um BIM, por exemplo, a utilização das quantidades de investimento e contabilização de custos durante o ciclo de vida, avaliação dos efeitos ambientais e as atividades das diferentes operações na indústria da construção.

Série 8: Este documento refere-se aos modelos para a visualização. E divide esta visualização em duas formas principais. O primeiro é uma visualização tradicional, execução de imagem 3D, que apresenta a vista do projetista e as suas soluções. A outra forma de visualização é uma ilustração técnica que serve como ferramenta de comunicação entre equipa de projeto, cliente, gestores de projeto e empreiteiro.

Série 9: Este documento aborda as análises feitas pelo projetista de MEP com base em informações de construção disponíveis. Apresenta as potencialidades do uso do BIM para a simulação da circulação do ar nos espaços, a análise do impacto ambiental do edifício, simulação da iluminação e o seu cálculo e custos de vida do edifício relativamente ao consumo de energia.

Série 10: Este documento aborda as tarefas essenciais durante o projeto e a construção em matéria de eficiência energética e gestão de condições internas e o funcionamento e as fases que são importantes para o teste de viabilidade. Este aspeto realça a melhor gestão virtual da eficiência energética e os requisitos de energia, logo durante a conceção e construção, através da utilização de modelos de informação de várias maneiras. Um objeto importante é garantir que a verificação da eficiência energética de um edifício possa ser feita numa fase suficientemente precoce dentro do período de garantia.

Esta secção ainda define os requisitos de como os modelos de informação são utilizados em análises de energia durante a conceção, construção e operação. A análise de energia apresenta-se uma ferramenta importante para orientar o projeto em termos de eficiência energética e da utilização de modelos de informação permite que este processo seja mais sistemático, transparente e costuma ser mais eficiente em comparação com os métodos tradicionais.

Série 11: Este documento refere-se à utilização do BIM e à gestão do projeto no ponto vista do cliente. São descrito os processos das tarefas de modelação da informação na gestão de projetos. Estas tarefas estão divididas em fases de acordo com a lista de tarefas do gestor de projeto.

Série 12: Este documento descreve os requisitos e o benefício do uso do BIM na fase de exploração e manutenção do edifício. São apresentados os processos de gestão de informação e apresenta os requisitos mínimos para atualização e apresenta métodos de avaliação da qualidade dos modelos BIM para a fase de exploração. Estes requisitos referem ainda a normas IFC utilizando como padrão para transferência de informação e ainda referem a normas COBie que foi criado para completar o IFC e é mais direcionada para a fase de exploração. Ainda é possível encontrar nesta secção a referência de softwares de projetos que são compatíveis com IFC (Silva, 2013).

Série 13: Este documento apresenta os requisitos para a utilização do BIM na fase construção e refere os requisitos para as tarefas que o empreiteiro tem que cumprir para que modelo entregue corresponda ao que está construído.

Esta secção ainda apresenta as outras fases que é possível a utilização do BIM na construção, desde o planeamento à modelação das estruturas de apoio à obra e ainda apresenta os dados e informações que são necessários entregar depois a construção estar concluída (Silva, 2013).

4.3.5. O BIM EM PORTUGAL

A implementação de normas do BIM em Portugal está a dar os primeiros passos. Tem existido iniciativas para que esta implementação possa ser feita, temos como exemplo, o Instituto Português da Qualidade (IPQ), que atualmente está representado no grupo de trabalho da comissão de normalização Europeia para o desenvolvimento da norma BIM europeia, para que seja possível haver ligação entre os esforços nacionais e europeus (IPQ, 2015).

Existem outras iniciativas que têm feito esforços para que esta tecnologia possa ser implementada em Portugal, sendo estas:

- Grupo de Trabalho BIM (GTBIM) da Plataforma Portuguesa Tecnológica de Construção (PTPC);
- BIMFórum Portugal;
- Projeto SIGABIM.

A normalização BIM em Portugal deve ser vista como uma oportunidade de reorganização da indústria e otimização dos processos e curso de informação que lhe são pertencentes. A correta implementação desta tecnologia, vai permitir a partilha de informação entre especialidades seja feita diretamente e atualizada, economizando tempo e recursos (IPQ, 2015).

4.3.5.1. Plataforma Portuguesa Tecnológica de Construção (PTPC)

A PTPC tem como objetivo, a promoção da reflexão sobre o sector e implementação de iniciativas e projetos de investigação, desenvolvimento e inovação, que possam ajudar para o crescimento da economia e promovendo a cooperação entre empresas, entidades do Sistema Científico e Tecnológico Nacional, associações, federações, confederações, entidades público ou privado, do sector da construção e obras públicas (PTPC, 2012).

Esta organização apresenta cinco objetivos que é tarefa da PTPC atingir para garantir a melhoria da competitividade global do sector da construção nacional, em contexto de internacionalização, crescimento e construção sustentável, sendo estes os objetivos (PTPC, 2012):

- Competitividade - Reforçar a prática da inovação nas empresas, incentivando o trabalho em rede entre parceiros com ligações ao sector e assegurando a difusão de resultados e a transferência de tecnologia;
- Vigilância tecnológica – Criação de um núcleo de vigilância tecnológica sobre a produção científica, relacionada com a atividade da construção, e promover a produção e propagação do conhecimento;
- Inovação relacionada com as tecnologias sistemas, processos e produtos - Propagar o investimento em atividades de IDI com vista tanto ao desenvolvimento tecnológico aplicado, como à reformulação de processos, respondendo adequadamente às atuais e futuras exigências da sociedade;
- Inovação relacionada com métodos de gestão - Desenvolver novos conceitos e metodologias de gestão relevantes para o sector;

- Inovação relacionada com as tecnologias de informação - Propagação do desenvolvimento de tecnologias de informação ao serviço das empresas.

4.3.5.2. BIMFórum Portugal

A missão do BIMFórum Portugal é propagar e acelerar a adoção do BIM na indústria da construção. Outro objetivo é liderar a promoção do BIM em Portugal, envolvendo toda a cadeia da construção no desenvolvimento de melhores práticas para o projeto e construção virtual, garantindo assim uma maior diferenciação e vantagem competitiva dos envolvidos interessados entre os seus pares internacionais (BIMFórum, 2012).

As áreas de impacto que o BIMFórum pretende focar são (BIMFórum, 2012):

- Dono de Obra – Pretende ser um repositor de normas, orientações e especialistas que apoiem o dono de obra aquando da sua decisão de tornar a sua decisão de tornar as suas obras BIM e influenciar assim toda a indústria;
- Entidades licenciadoras – Pretende facilitar e acelerar a adoção de BIM na AEC, através do incentivo e desenvolvimento dos meios de colaboração com outras áreas de impacto;
- Projetistas - Pretende desenvolver e promover a introdução de novas práticas relacionadas com o *Integrated Project Delivery* e BIM no processo de projetar, promovendo a colaboração entre todos os projetistas;
- Universidades – Pretende incentivar o desenvolvimento de um programa curricular BIM, apoiar a investigação académica e a articulação com o meio industrial;
- Empreiteiros e subempreiteiros – Pretende incentivar a colaboração na definição de metodologias BIM que garantam uma melhoria substancial no processo de planeamento e controlo de obras;
- Fabricantes e fornecedores – Pretende promover o desenvolvimento de “materiais BIM” que garantem uma gestão otimizada de recursos e uma correta articulação com as restantes áreas de impacto;
- *Software Houses* – Pretende apoiar no desenvolvimento de novas tecnologias BIM e elaboração de orientações que sirvam como ponto de partida às *Software/hardware* house;
- Seguradoras – Pretende reportar a identificação de riscos no sentido de suportar melhorias e aperfeiçoamentos às políticas de seguro existentes ou o desenvolvimento de novas políticas relacionadas especificamente com projetos que utilizem a tecnologia BIM.

4.3.5.3. Projeto SIGABIM

O Projeto SIGABIM tem como objetivo abordar o ciclo de gestão na construção, ou seja, corresponder à necessidade de desenvolvimento, modernização, internacionalização e maior competitividade da parte das empresas de construção nacionais. Outro objetivo é impulsionar e suportar necessidades concretas de investigação, desenvolvimento e tecnologia dentro das empresas envolvidas.

Este projeto ainda deseja aproveitar a atual conjuntura de mercado, assumindo-se oportunamente como um potenciador de uma otimização de recursos e de um abrandamento de riscos em obras de construção civil. Devido à entrada do novo CCP, os vários *stakeholders* do negócio da construção são obrigados a realizarem um estudo mais atento e cuidado dos vários projetos e desenvolverem novas ferramentas e metodologias que venham ajudar neste mesmo estudo, estes podem ser vistos como verdadeiras alavancas num mercado cada vez mais competitivo.

As entidades que ajudam no desenvolvimento deste projeto são: a empresa Mota-Engil Engenharia e Construção, a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e Atelier de Arquitetura, Planeamento Paisagismo e Engenharia (ARQUIEM).

4.4. INDUSTRY FOUNDATION CLASSES (IFC)

4.4.1. ENQUADRAMENTO

O IFC é conhecido pela maioria dos profissionais simplesmente como um modelo de dados desenvolvido pelo *buildingSMART* (anteriormente chamado *International Alliance for Interoperability*, IAI) para facilitar a interoperabilidade na indústria da construção.

O sistema IFC é um formato padrão de representação de dados e arquivo usado para definir dados de gráficos CAD de arquitetura e construção relacionados com o objetos 3D do mundo real. O seu principal objetivo é fornecer arquitetos e engenheiros com a capacidade de trocar dados entre as ferramentas de CAD, sistemas de estimativa de custos e outros aplicativos relacionados à construção. IFC oferece um conjunto de definições para todos os tipos de elementos de objeto encontradas na indústria da construção civil e de uma estrutura baseada em texto para armazenar essas definições em um arquivo de dados (Solibri, 1999).

4.4.2. ESTRUTURA DO MODELO IFC

A estrutura do modelo BIM encontra-se dividido em quatro camadas conceptuais, funcionam segundo uma hierarquia de referências em escada, ou seja, os módulos genéricos presentes nas camadas inferiores apenas podem referenciar módulos do mesmo nível de abstração, enquanto os módulos nas camadas superiores de âmbito mais especializado podem referenciar todos os outros módulos, na figura a baixo pode ser verificado as camadas.

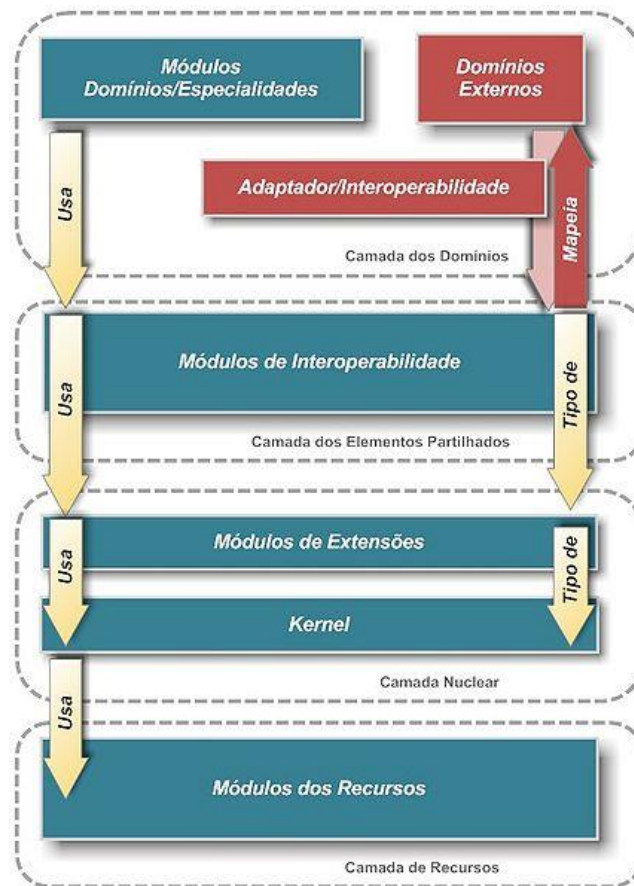



Figura 4. 4 - Relações entre camadas do modelo IFC (WIQI, 2013)

Na figura acima é possível verificar que a camada inferior correspondente à camada de recurso, corresponde aos recursos utilizados nas camadas superiores, a camada seguinte corresponde á camada nuclear, que é constituído por dois modelos, módulos de Extensão e o *Kernel*[8]. Referente à camada dos elementos partilhados que refere a partilha de informação, dentro desta camada é constituído por um conjunto de modelos que definem objetivos e conceitos, bem como a relação com as várias aplicações informáticas da construção. Por último, a última camada corresponde à camada dos domínios que refere às especialidades, bem como os domínios de aplicação do modelo, este fornece vários modelos que são criados ao longo das várias especialidades das construções. Esta camada ainda contém interfaces ou adaptadores que realizam a ligação entre as especialidades do modelo e as aplicações do BIM.

Na figura abaixo podemos ver com maior pormenor cada camada e os seus módulos conceptuais.

[8] *Kernel* – significa núcleo. O núcleo é a parte principal do sistema operativo do computador. A função deste núcleo é ligar o *sotware* ao *hardware*, criando uma comunicação eficaz entre os recursos do sistema.

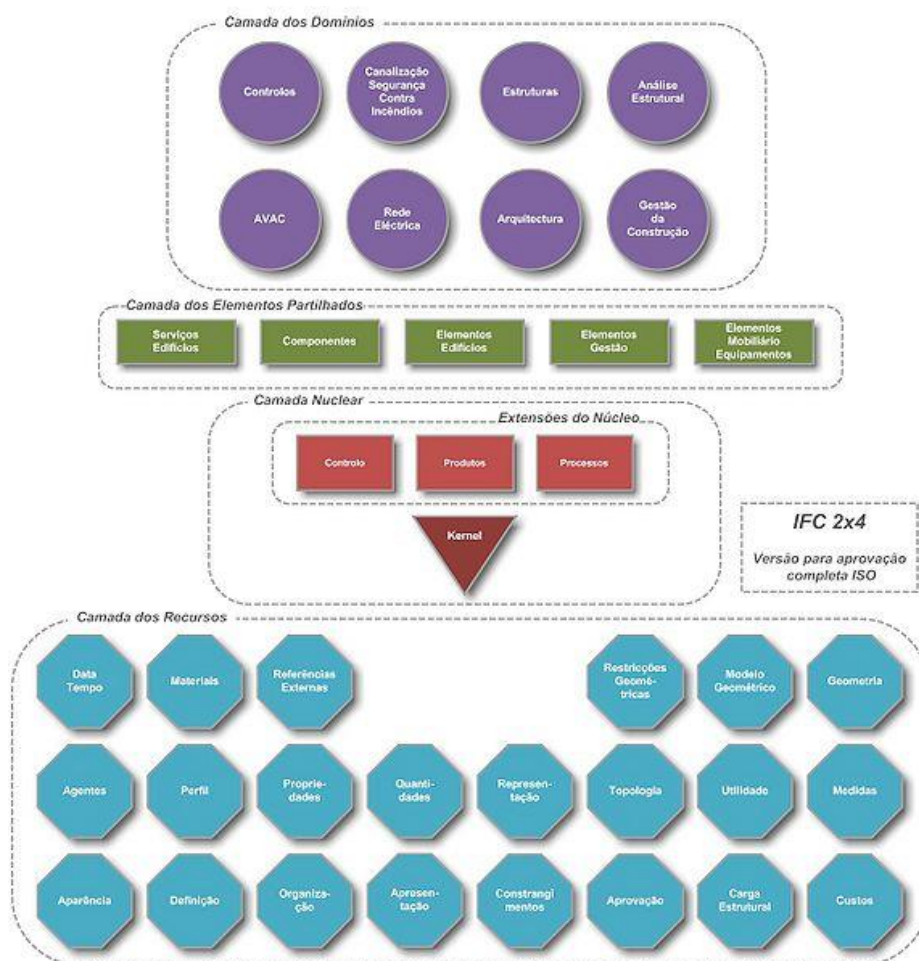



Figura 4. 5 - Estrutura da base de dados do modelo IFC, versão 2x4 (WIQI, 2013)

4.4.2.1. Camada de recurso

Esta camada situa-se na última camada do esquema e contém esquemas de dados para o suporte das estruturas de dados do modelo. Esta camada que representa a versão atualizada do IFC 2x4 apresenta vinte e dois modelos como podemos ver na figura 5.3 e estas apresentam diferentes atividades necessárias á representação de um produto de construção. Pode-se ter como exemplo toda a informação relacionada com custos é compreendida pelo modelo "*IfcCostResource*".

Pelo facto desta camada se encontrar na última camada esta não irá depender de numa classe, sendo assim caracterizado pelo âmbito genérico e por esta razão os conceitos e objetos são associados neste nível.

4.4.2.2. Camada nuclear

A camada nuclear como é referido no nome é o núcleo do modelo IFC, ou seja, a informação contida nesta camada pode ser utilizada pelos outros modelos conceptuais. Esta camada fornece a estrutura

básica, as relações fundamentais e os conceitos comuns às camadas superiores, definindo assim os conceitos mais abstratos.

Esta camada apresenta dois níveis distintos de generalização: Extensões e *Kermel*.

O modelo *Kernel* representa a ligação ente *hardware* e o *software*, definindo quais os recursos de hardware mobilados para casa software. O esquema de *Kernel* apresenta as partes abstratas da arquitetura do modelo, este modelo distingue as propriedades ou relações entre objetos.

As extensões do núcleo fornecem uma extensão ou especialização dos conceitos definidos no modelo anterior, *Kernel*, representando assim o primeiro refinamento nas configurações abstratas existentes.

4.4.2.3. Camada de elementos partilhados

Esta camada tem como objetivo definir as configurações de conceitos ou objetos que são comuns a dois ou mais domínios de aplicação. A organização desta camada permite uma estruturação individualizada das várias especializações por domínios diferentes, podendo também possibilitar a interoperabilidade entre os mesmos.

Na versão IFC 2x4 é constituída por cinco diferentes módulos de elementos partilhados (WIQI, 2013):

- Serviços em edifícios
- Componentes
- Elementos de edifícios
- Elementos de gestão
- Elementos de mobiliário e equipamentos

Nesta secção ainda tem como função, o adaptador de interoperabilidade, ou seja, tem o objetivo construir uma forma de aceder a módulos que ainda não aparecem sob forma de módulos.

Existem aspetos para facilitar os adaptadores que são os seguintes (WIQI, 2013):

- Introdução direta de módulos de especialidades, possibilitando a introdução das classes de especialidades ao núcleo do modelo IFC, sendo intercaladas pelas classes de interoperabilidade existentes na camada;
- Ligação de módulos de especialidades não harmonizados e não sendo produzidos pela IAI, segundo um adaptador que fornece um mapeamento do mecanismo até ao núcleo, passando pela camada de interoperabilidade. A configuração da interface do adaptador é da responsabilidade do produtor do módulo de especialidade e integra-se na respetiva camada do modelo IFC.
- Ligação entre módulos de especialidades, segundo um mecanismo que permita a interoperabilidade entre domínios de aplicação. Este mecanismo deve possuir um repositório para armazenar a informação, pois os adaptadores são da responsabilidade de quem produz os módulos de especialidades e como tal, é necessário guardar a informação das ligações entre os vários domínios.

Estes adaptadores baseiam-se nas configurações das extensões do núcleo e as suas ações resultam numa melhoria contínua do modelo IFC. Estas melhorias provem da adição de novos conceitos comuns a todos os domínios de aplicação, assim, os adaptadores podem mesmo resultar numa melhoria dos próprios módulos de especialidades, visto que estas ser introduzido novas funções, de modo a tornar-los compatíveis (WIQI, 2013).

4.4.2.4. Camada dos domínios

Nesta camada as entidades apresentam-se completamente independentes e não podem ser referidas em nenhuma outra camada.

A camada domínio representa a definição do mapeamento dos modelos de domínios de especialidades. Os modelos completamente compatibizados com as especificações IFC são ligados diretamente ao núcleo. Os modelos que não são compatíveis devem fornecer mapas com a definição dos adaptadores.

Na versão IFC 2x4 são incluídos oito diferentes módulos incluí oito diferentes módulos:

- Análise Estrutural
- Arquitetura
- AVAC
- Canalização e Segurança Contra Incêndios
- Controlos
- Estruturas
- Gestão da Construção
- Rede Elétrica

4.5. IMPACTO DO BIM NAS VÁRIAS FASES DE OBRA

Um edifício pode ser dividido em quatro fases principais do seu ciclo de vida, sendo estes a conceção, construção, exploração e manutenção.

Estas etapas são geridas de forma independente. Contudo, a modelação BIM, pode suportar ambiente de trabalho colaborativo, permitindo (Freitas, 2014):

- Ao dono de obra desenvolver uma compreensão exata da natureza e das necessidades do projeto;
- Gerir a construção do projeto;
- Gerir as operações do projeto desde o seu funcionamento.

Relativamente à fase de gestão, o gestor da obra tem a possibilidade de acompanhar toda a evolução do projeto. O encarregado informa o trabalho realizado, selecionando os elementos em questão no modelo BIM. Estes elementos podem ser selecionados em 2D ou em 3D ou a partir das atividades do projeto ou por parte do edifício, possibilitando ao modelo calcular a quantidade de materiais utilizados e gerar projeções futuras, para efeito de relatório diários. Assim, o gestor da obra tem a possibilidade de comparar o previsto e o realizado e o cliente pode ser informado sobre o desenvolvimento do projeto. Por último, pode surgir a necessidade de devolução de alguns elementos de manutenção dos equipamentos e sistemas e correção de algumas falhas de execução (Freitas, 2014).

A metodologia BIM possibilita ainda a deteção de conflitos no projeto. Por exemplo, Pode existir uma canalização de tubo de esgoto a intersetar uma viga estrutural, assim a sua alteração pode ser feita antes da sua correção (figura 4.6) (Freitas, 2014).

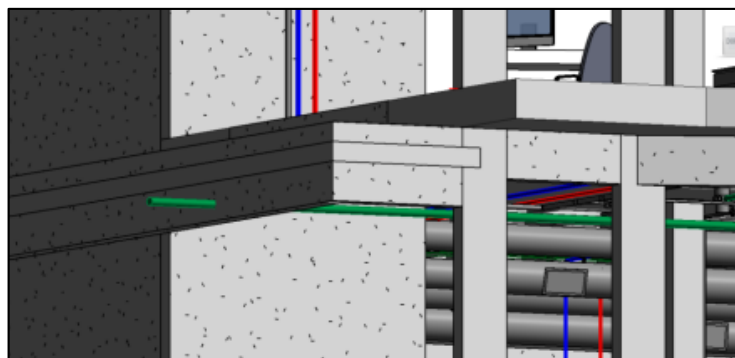



Figura 4. 6 - Colisão de elementos, entre uma viga e de um tubo de esgoto (Freitas, 2014)

Com isto, é possível concluir que com a utilização da metodologia BIM existe uma maior precisão, tanto na possibilidade de detetar erros de planeamento e conceção, bem como em ineficiências que levam a problemas construtivos que atrasam o projeto, quando se projeta e se constrói virtualmente (Freitas, 2014).

4.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a leitura deste capítulo podemos verificar que o esforço de muitas entidades em implementar esta tecnologia BIM em muitos países do mundo demostra o quanto esta tecnologia se mostra uma ferramenta promissora e deve ser implementada.

Em Portugal a implementação, tem sido feita lentamente. No entanto tem havido cada vez mais entidades a quererem saber como funciona e a quererem implementar a tecnologia na sua área, o que demonstra um bom começo para a evolução do BIM em Portugal. Devido às dificuldades económicas existentes atualmente no país, que tem afetado o setor da construção e de obras públicas faz com que as empresas olhem para o BIM como alternativa por duas razoes: a primeira é as empresas, projetistas e construtoras recorrerem à tenologia em detrimento da redução de custos e tornando os seus processos mais eficientes; a segunda razão é o facto de as empresas quererem se expandir internacionalmente, e para alguns países a implementação do BIM é uma necessidade.

Para que a implementação da tecnologia BIM origine resultados económico-financeiros positivos, as entidades terão obviamente de se debruçar sobre o assunto e realizar um investimento inicial na formação e aprendizagem deste "novo" modo de trabalhar. Os resultados embora aliciantes, apenas serão obtidos quando todos os intervenientes no processo tenham a plena consciência de que terão de trabalhar segundo os mesmos critérios e vetores de modo que as informações se possam cruzar de forma automática e fluente, e aí reduzir significativamente o tempo associado, e consequentemente, os custos do processo.

Em paralelo com o referido, se os diversos critérios, características e pormenores, de cada especialidade (estando a falar não só dos materiais em si, mas também de quantidades, rendimentos, etc) não forem corretamente introduzidos à partida, este investimento realizado não contribuirá a 100% para o sucesso do processo. Este inconveniente eleva ainda mais o investimento inicial (tempo decorrido para que todos os pormenores sejam efetuados de forma exaustiva).

Neste sentido, surge a aplicabilidade dos capítulos anteriores, onde se pretendeu de forma resumida dar a conhecer ao leitor as opções a tomar para um correto planeamento e dimensionamento de maneira eficiente de um sistema de abastecimento de águas e drenagem de águas residuais e pluviais. O

conhecimento dos princípios fundamentais da sua conceção, proporciona ao projetista uma visão inicial mais assertiva do projeto como um todo, reduzindo o tempo despendido em futuros ajustes a redimensionamentos.

Estes princípios, quando bem executados, irão de certo modo harmonizar a ligação entre os projetos das diversas especialidades, que após este investimento inicial, irão se tornar futuramente em processos menos morosos, com menos incompatibilidades, tornando-se mais eficazes, contribuindo para a redução de custos e para a correta evolução do sector de construção civil.

5
CASO DE ESTUDO

5.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS DO PROJETO

A realização deste projeto tem como objetivo a aplicação de um caso real, recorrendo a um programa de modelação que tenha como base o BIM.

O projeto analisado neste capítulo corresponde a um edifício da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), identificado como edifício G (Departamento de Engenharia Civil) (Figura 5.1).

As peças desenhadas utilizadas, designadamente as plantas arquitetónicas, cortes e alçados de todos os pisos do edifício, datam de 1997 e 1998.

Como todo o trabalho se debruçou sobre um documento 2D, não existiam informações relativas a cotas e as diversas características de cada elemento. Assim, foi necessário adicionar todo este tipo de dados e informação aos documentos base e foram acrescentadas mais divisões sanitárias do que consta no projeto, por forma a completa-las o quanto melhor, dando possibilidade de dar inicio à composição do modelo BIM.

Resumidamente, foram adicionadas novas informações relativas a:

- Tipologias de paredes;
- Tipologias de lajes;
- Equipamentos sanitários.

Figura 5. 1 – Edifício G da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

5.2. METODOLOGIA

5.2.1. EXPORTAÇÃO DO PROJETO EM 2D PARA REVIT

O projeto foi fornecido em ficheiro Drawing (DWG), constituído com plantas de todos os pisos e cortes do edifício.

Como referido, foram introduzidas as informações relativas a paredes, lajes e equipamentos sanitários, possibilitando a formação do modelo BIM a 3 dimensões tal como demonstrado na figura abaixo.

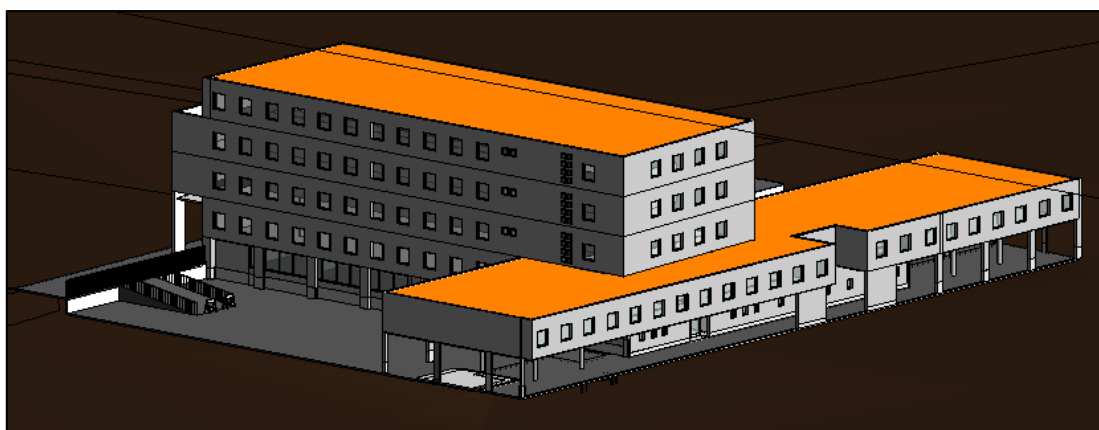



Figura 5. 2 – Visualização 3D do Edifício G do programa Revit

Esta modelação, constituinte do ficheiro base do modelo, foi então exportada segundo ficheiro IFC possibilitando a sua edição e realização do projeto de instalações de abastecimento de águas e drenagem

de águas residuais e pluviais num programa destinado para esse fim e compatível com a tecnologia em estudo. Foi escolhido o programa CYPECAD MEP.

5.2.2. Importação do projeto em Revit para CYPE

Devido à implementação da tecnologia BIM nos principais programas de CAD (Allplan®, Archicad®, e Revit® Architecture) os utilizadores têm à sua disponibilidade novos recursos e funcionalidades que melhoram substancialmente a execução de projetos com recurso a estes programas. O CYPE, entendeu que o melhor seria implementar na versão 2008 um novo módulo "Importação de modelos CAD/BIM" que permite importar o formato IFC para o programa (figura 5.3).

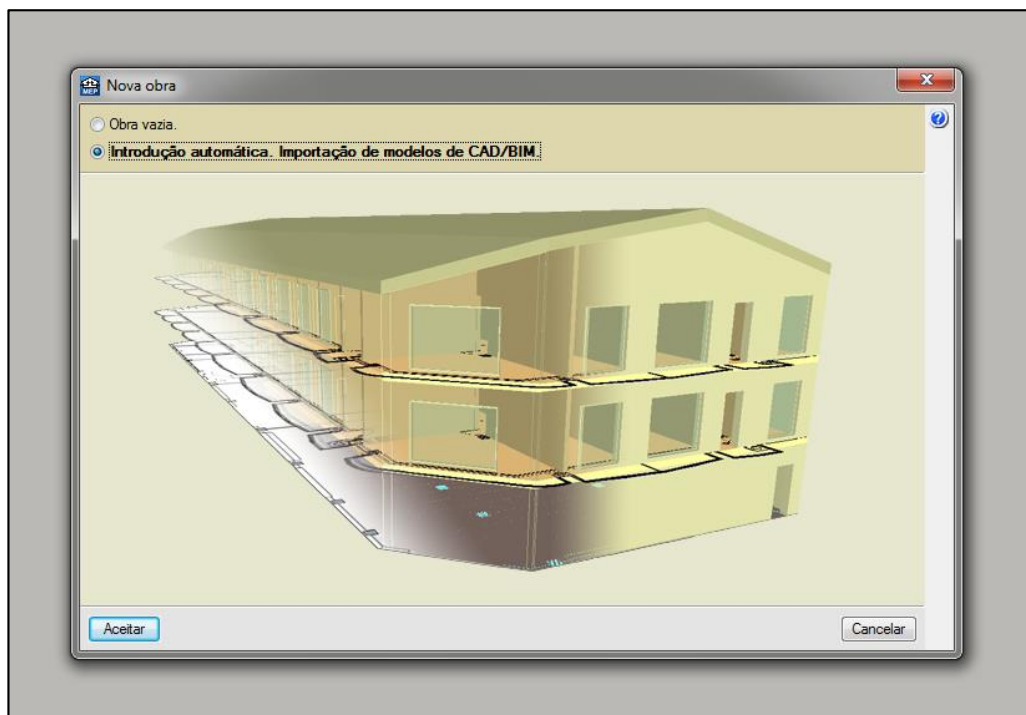



Figura 5. 3 – Importação do modelo CAD/BIM

Para a realização deste trabalho foi necessário importar o ficheiro do Revit em formato IFC para o programa CYPE.

5.2.3. Considerações iniciais

Como foi referido anteriormente para que o projeto seja bem executado, para depois ser agrupado às restantes especialidades, é necessário fazer umas escolhas iniciais que serão mostradas seguidamente.

Após a seleção do ficheiro IFC é necessário identificar as lajes e muros e divisões que foram escolhidas pelo material existente no gerador de preços do programa[9]. Dada a inexistência de informações relativas

[9] O gerador de preços do programa CYPECAD contem uma listagem de diversos materiais existentes no mercado em que anexa todas as informações relevantes a cerca do respetivos materiais.

aos elementos existentes, optou-se por associar aos elementos, materiais descritos no CYPECAD, diminuindo assim o trabalho de introdução de dados.

Assim, as opções tomadas foram as seguintes:

- Lajes:
  - Pavimento térreo;
  - Laje entre pisos: Lajes aligeirada;
  - Laje de cobertura: Cobertura plana acessível não ventilada.

- Divisões:
  - Paredes exterior: Fachada revestida com placas de mármore, de dois panos de alvenaria;
  - Paredes interiores: Parede de um pano, com revestimento.

De seguida procedeu-se à introdução de dados gerais de projeto sendo os seguintes:

- Tipo de edifício: Escola;
- Tipo de projeto: Água, Residuais e Pluviais;
- Localização: Porto;
- Município: Porto;
- Configuração de preços:
  - Superfície total de construção: 1823 m^2;
  - Superfície do piso tipo: 932 m^2;
  - Acessibilidade: Boa;
  - Topografia: com desníveis mínimos
  - Mercado: Crescimento sustentado (normal)
- Abastecimento de água:
  - Descrição dos sistemas de captação solar de A.Q.S:

    Sistemas de captação solar térmica: Coletivo;

    Produção de A.Q.S: Centralizada com depósitos com permutador;

    Acumulação para o sistema de captação solar: Centralizada com depósito com permutador.
  - Critério de simultaneidade em caudal: segundo RGSPPDADAR
- Drenagem de água:
  - Dados pluviais:

    Período de retorno: 5 anos

    Duração da precipitação: 5 min

- Disposição dos ramais de descarga – Sob a laje

- Nível de conforto: Básico

  - Abastecimento de água:

    Pressão:

    Pressão para torneiras comuns – 5 m.c.a

    Mínima para fluxómetros – 20 m.c.a

    Máximo – 60 m.c.a

    Velocidade:

    Mínimo – 0,50 m/s

    Máxima em tubagens metálicas – 2,0 m/s

    Máximo em tubagens termoplásticas e multicamada – 2,00 m/s

  - Drenagem de águas:

    Taxa de ocupação em tubagens de queda:

  - Águas residuais:

    RGSPPDADAR: A taxa de ocupação não deve exceder 1/3.

  - Água pluviais:

    EN12056-1: “(…) Deve-se usar uma taxa de ocupação de 1/3 (…)

Estas escolhas iniciais, são apenas utilizadas como base, poderão ser alteradas sempre que seja necessário para que haja um bom funcionamento da conduta e que satisfaça os requisitos do utilizador.

5.2.4. PROJETO DE INSTALAÇÕES

O programa disponibiliza uma base de equipamentos e elementos necessários na execução do projeto de instalações (figura 5.4).

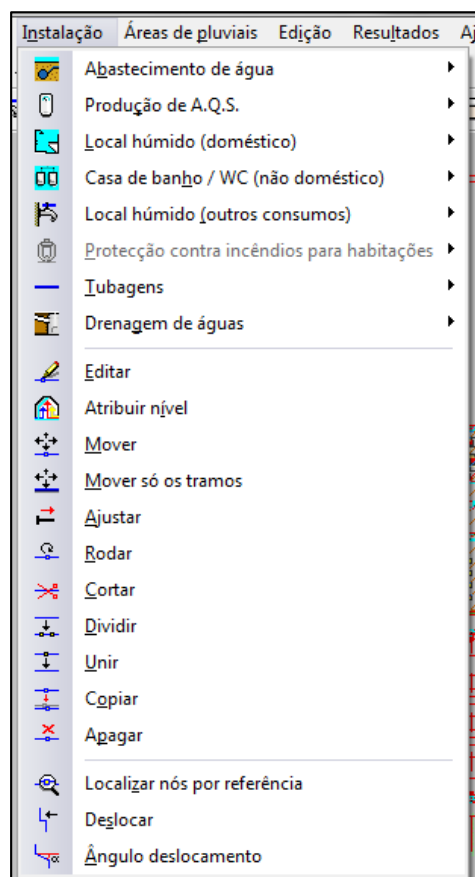



Figura 5. 4 - Instalação

Relativamente ao projeto em estudo serão apresentadas de seguida as opções tomadas.

5.2.5. Projeto de abastecimento de água

No projeto de abastecimento de água deve-se iniciar no piso 0 e na colocação da tomada e válvula de corte do ramal de ligação à rede de abastecimento de água (Figura 5.5).

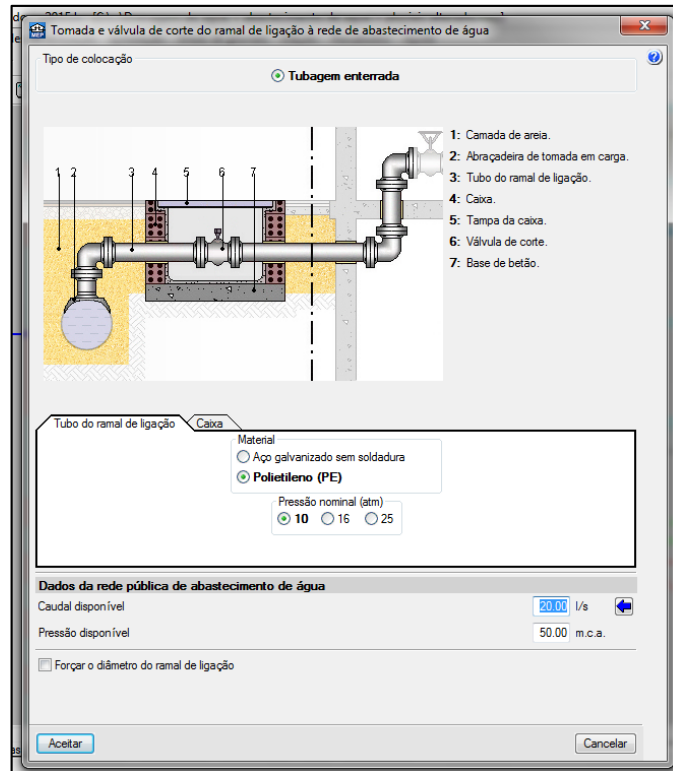



Figura 5. 5 - Tomada e válvula de corte do ramal de ligação à rede de abastecimento de água

Na escolha deste equipamento foi selecionado o material polietileno (PE) com pressão 10 atm. Relativamente aos dados da rede pública de abastecimento de água, por falta de informação a este respeito optou-se por colocar um caudal de disponível de 20 l/s e uma pressão de 50 m.c.a.. A localização deste equipamento deve ser colocado na conduta de abastecimento de água pública (figura 5.6).

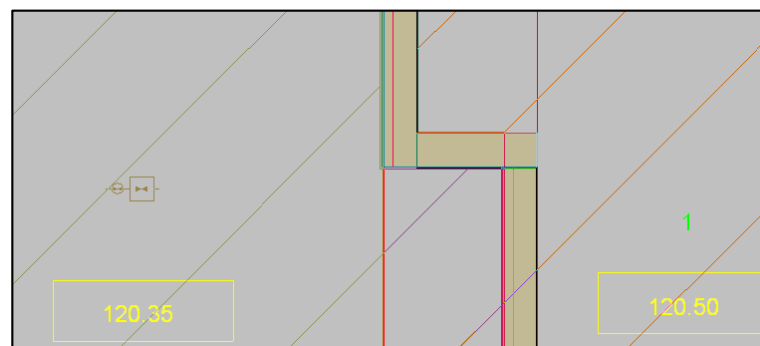



Figura 5. 6 - Localização da tomada e válvula de corte do ramal de ligação à rede de abastecimento de água

O segundo passo a seguir é a colocação de uma válvula de corte dentro da propriedade ou uma pré-instalação de contador, pelo facto do edifício ser uma escola é necessário utilizar a pré-instalação de contador e é necessário colocar uma válvula de seccionamento individual que deve ser colocado segundo a ordem da figura 5.7.

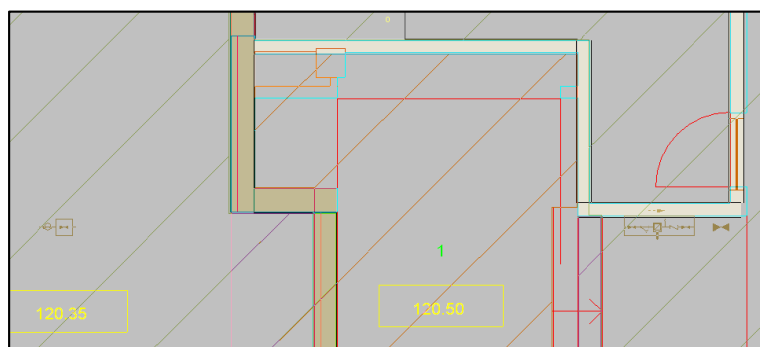



Figura 5. 7 – Pré-instalação de contador e válvula de seccionamento

De seguida foi colocado os equipamentos (Lavatórios, bacias de retrete, urinóis, chuveiros e produção de A.Q.S.), estes foram escolhidos segundo o equipamento existente no gerador de preço, sendo que os chuveiros e termoacumulador apenas são existentes no piso 0.

As escolhas optadas para os equipamentos foram:

- Lavatório com torneira monocomando (água fria);
- Sanita com cisterna baixa;
- Urinol com torneira temporizada;
- Chuveiro: base de chuveiro de porcelana sanitária;
- Termoacumulador elétrico.

Após a colocação dos equipamentos foi colocada a rede de abastecimento de água fria, sendo optado pelo material Polipropileno Copolímero Random (PP-R). Inicialmente efetuou-se a ligação dos equipamentos iniciais e foi levado a tubagem até um ponto onde será distribuído para os equipamentos do piso 0 e nesse ponto foi colocado a coluna montante, para distribuir para os restantes pisos (figura 5.8).

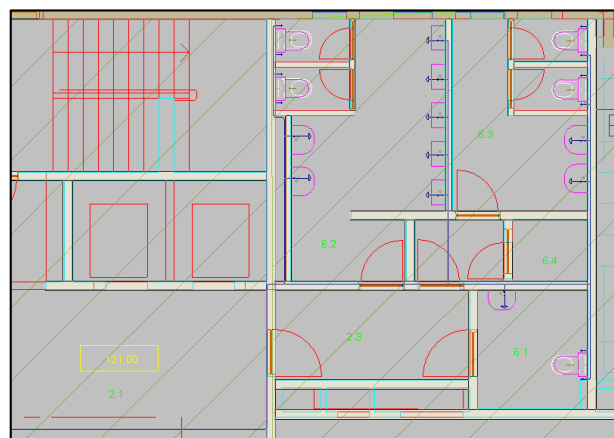



Figura 5. 8 – Rede de abastecimento de água fria

De seguida foi realizado a distribuição da rede de abastecimento de água quente, entre o termoacumulador e os chuveiros do piso 0 (figura 5.9). Relativamente ao circuito de retorno foi optado por não ser colocado, pelo facto do projeto apresentar poucos equipamentos de água quente e a utilização deste não ser muito frequente.

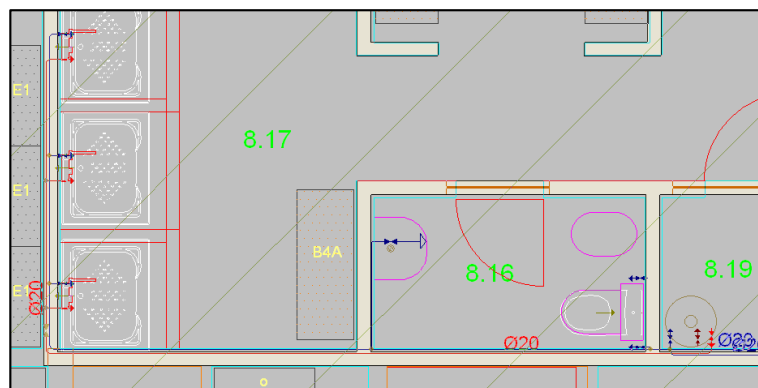



Figura 5. 9 - Rede de abastecimento de água quente

A realização dos restantes pisos foram realizados do mesmo modo e na mesma sequência.

Após a realização completa das redes de abastecimento de água é necessário colocar válvula de seccionamento, onde devem ser colocados nas entradas dos locais húmidos (figura 5.10). É necessário ter em conta que estas válvulas não podem ser colocadas em série.

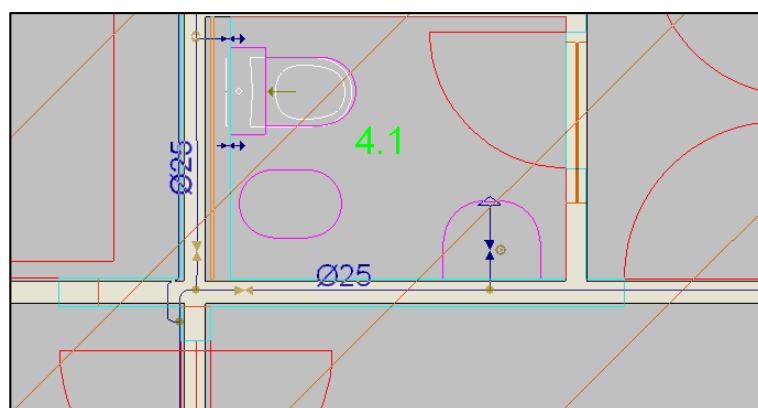



Figura 5. 10 – Colocação das válvulas de seccionamento

Por ultimo, é possível efetuar uma verificação apenas do abastecimento de água onde pode determinar se todos os equipamentos estão corretamente ligados e se a pressão e o caudal inicial é suficiente para o abastecimento do edifício. Após a verificação foi ainda necessário alterar o material da válvula de seccionamento individual, pelo facto do fabricante do material escolhido não fabricar este material para diâmetros de 50 mm, o material escolhido para solucionar este problema foi Válvula de esfera. Depois

de todas as correções da rede de abastecimento de água é possível verificar os tamanhos e as caracterizas necessárias para que haja um bom funcionamento, é possível ainda consultar todos os cálculos, características dos materiais, equipamento entre outras informações importantes para a realização do projeto e construção, o que será explorado mais adiante.

5.2.6. Projeto de drenagem de águas residuais

Depois da colocação da rede de abastecimento de água e equipamentos sanitários é necessário realizar a rede de drenagem de água residuais. Esta rede deve iniciar-se com a colocação dos tubos de queda que devem ser colocados de modo a não interferir com a estrutura e arquitetura do edifício, é ainda necessário colocar dois tubos de queda: um para sólidos e líquidos, o outro para líquidos apenas. Assim, foi escolhido a melhor local para a colocação dos tubos de queda, sendo estas ligadas a partir de ramais de descarga (figura 5.11).

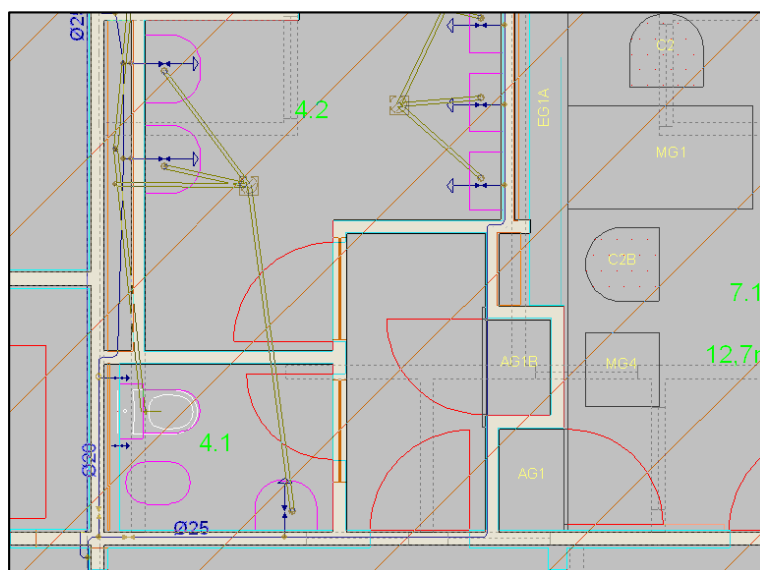



Figura 5. 11 – Tubos de queda e Ramais de descarga

Pelo facto de estarmos presentes a vários aparelhos sanitários a descarregar para o mesmo ramal de descarga é necessário colocar uma caixa de reunião, mas é necessário ter em conta que esta não pode conter mais de 3 ramais de descarga individual (figura 5.12).

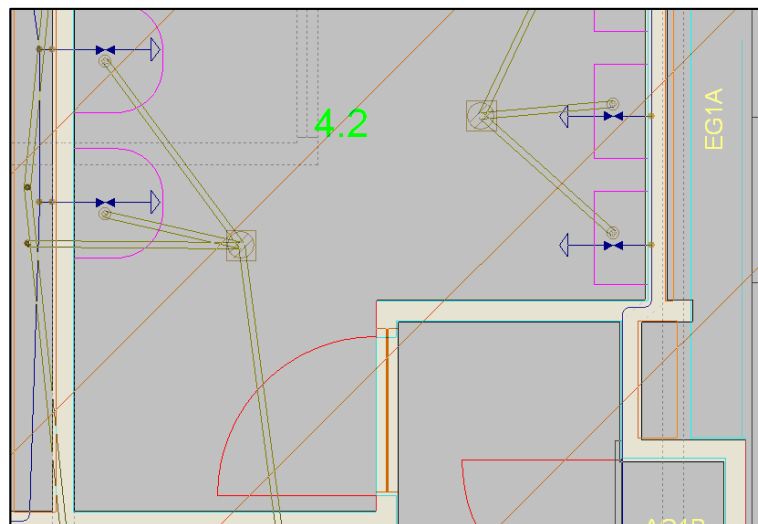



Figura 5. 12 – Ramais de descarga com Caixas de reunião

Após efetuar estes passos em todos os pisos foi colocado um terminal de arejamento no topo de cada tubo de queda no piso em que termina a sua utilização, neste caso foi colocado nas coberturas.

Seguidamente foi colocado ao longo do piso 0 caixas de visita, onde os tubos de queda foram ligados a partir de ramais de descarga. As caixas de visitas foram ligadas entre si e ligadas posteriormente à rede geral de saneamento (figura 5.13).

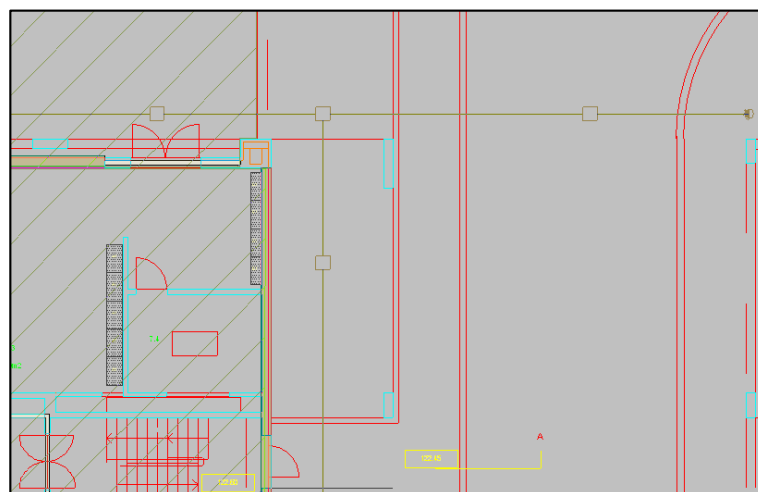



Figura 5. 13 – Ligação entre caixas de visita e à rede geral de saneamento

Depois de realizar toda a ligação foi possível realizar os cálculos e verificar se tudo esta corretamente ligado e bem colocado. Como foi referido para a rede de abastecimento de água.

3.2.7. PROJETO DE ÁGUAS RESIDUAIS

Relativamente às redes prediais, estas foram iniciadas com a identificação das áreas pluviais na cobertura, efetuando seguidamente a colocação dos elementos, sendo optado por sumidouro longitudinal. Este equipamento foi posteriormente ligado a tubos de queda e estes ligados a coletores prediais situados no piso 0 (figura 5.14 e figura 5.15).

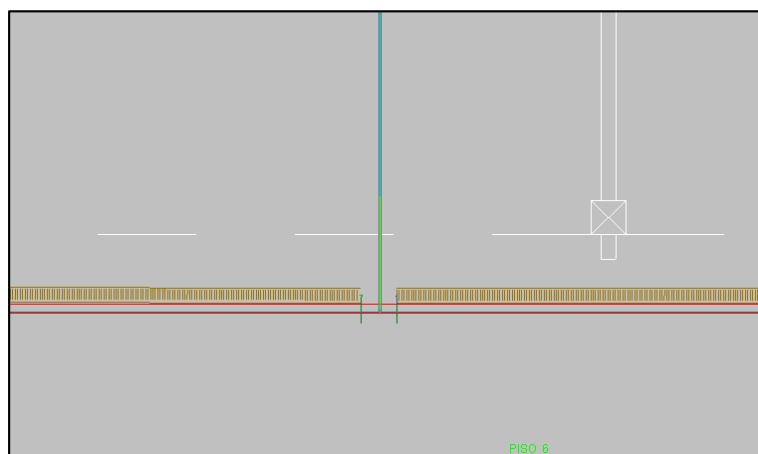



Figura 5. 14 - Sumidouro longitudinal e tubos de queda

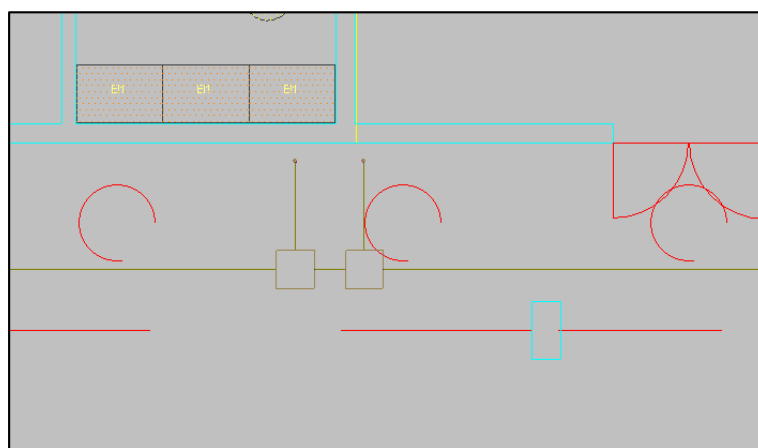



Figura 5. 15 – Tubos de queda e coletores prediais

5.2.8. VISUALIZAÇÃO 3D

O programa CYPE permite a visualização tridimensional. Na figura 5.16, é possível visualizar o projeto em estudo, com todos os projetos realizados.

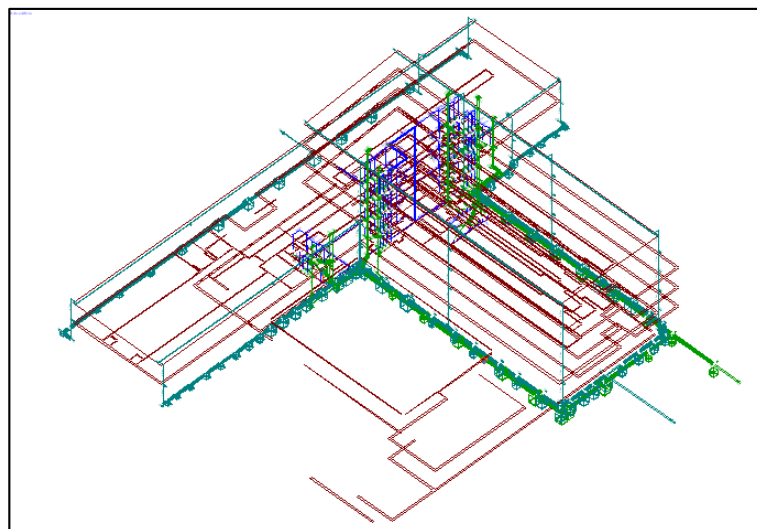



Figura 5. 16 – Visualização 3D do projeto (perspectiva isométrica)

5.2.9. Cálculos e resultados do projeto

Após a realização de todas as fazes do projeto de abastecimento de água, drenagem de águas residuais e pluviais foi realizado o cálculo de toda a rede. Depois da verificação de toda a conduta o programa fornece documentos escritos e desenhados. Os documentos escritos apresentam as características e materiais utilizados, a descrição de cálculos utilizados no projeto e medições e orçamento (figura 5.17), estes documentos são apresentados em anexo III.

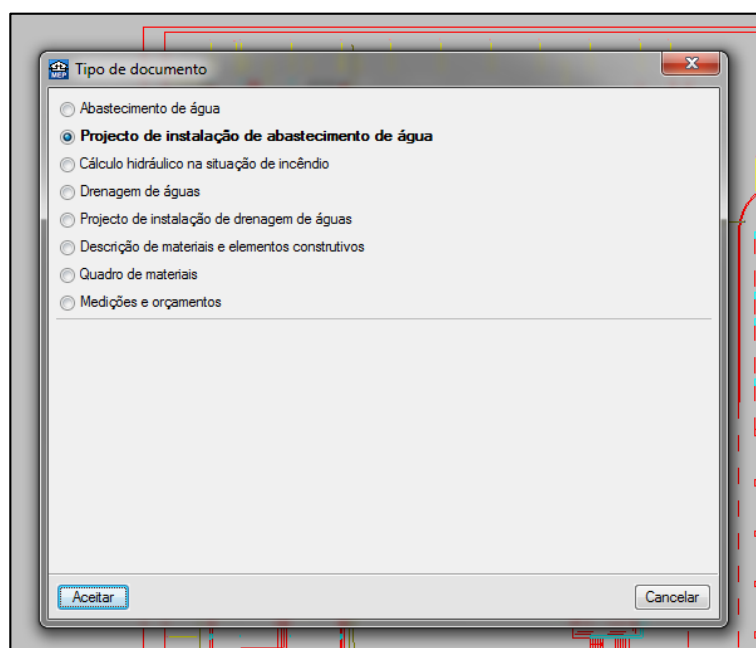



Figura 5. 17 – Documentos fornecidos

5.3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Depois da realização do projeto de instalações é devolvido ao projeto de arquitetura, a partir da exportação do ficheiro em IFC (figura 5.18), atualizando o modelo de BIM permitindo assim uma compatibilização ente as várias especialidade. O modelo de redes devolvido à modelação de arquitetura, neste caso Revit, permite atualizar o modelo de BIM do edifício. É assim possível detetar incompatibilidades entre especialidades como inconsistências geométricas entre várias redes ou entre estas e a estrutura do edifício.

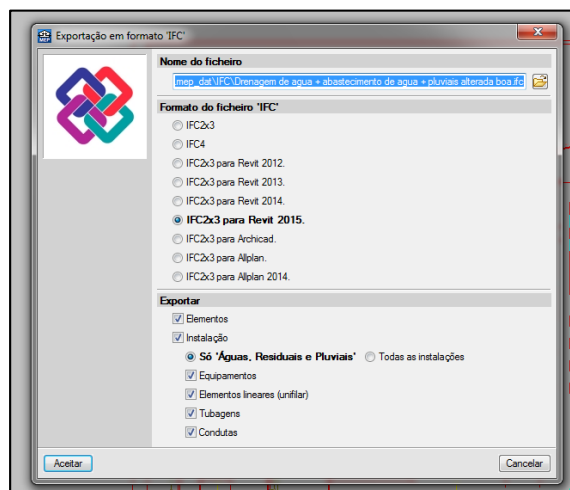



Figura 5. 18 – Exportação em formato IFC

O CYPE ainda dispõe de um Arquimedes. Este permite uma visão consolidada dos orçamentos geradas de cada especialidade. A informação presente no modelo em conjunto com a base de dados do gerador de preços, permite ainda a obtenção de outros documentos para além do orçamento como caderno de encargos, resíduos estimados e pormenores construtivos. O Arquimedes pode ser também utilizado para a gestão de outros documentos, como plano de pagamentos ou os autos de medições da obra (figura 5.19).

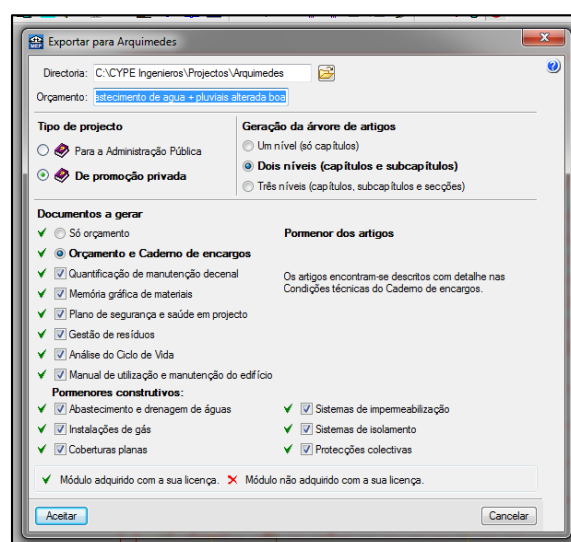



Figura 5. 19 – Exportar para Arquimedes

6
CONCLUSÕES

6.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a elaboração desta dissertação foi possível concluir que a metodologia BIM em projeto, apesenta-se como uma ferramenta muito promissora e deve ser implementada. Verificou-se que tem havido um esforço de muitas entidades para que esta implementação seja feita em todo o mundo.

Atualmente em Portugal a implementação tem sido feita lentamente. No entanto tem havido cada vez mais entidades a quererem implementar a tecnologia na sua área, o que demostra um bom começo para a evolução do BIM em Portugal. Devido às dificuldades económicas existentes atualmente no país, que têm afetado o setor da construção e de obras públicas faz com que as empresas olhem para o BIM como alternativa por duas razões: a primeira é as empresas, projetistas e construtoras recorrerem à tenologia em detrimento da redução de custos e tornando os seus processos mais eficientes; a segunda razão é o facto de as empresas quererem se expandir internacionalmente, e para alguns países a implementação do BIM é uma necessidade.

Para que a implementação da tecnologia BIM origine resultados económico-financeiros positivos, as entidades terão obviamente de se debruçar sobre o assunto e realizar um investimento inicial na formação e aprendizagem deste “novo” modo de trabalhar. Os resultados embora aliciantes, apenas serão obtidos quando todos os intervenientes no processo tenham a plena consciência de que terão de trabalhar segundo os mesmos critérios e vetores de modo que as informações se possam cruzar de forma automática e fluente, e aí reduzir significativamente o tempo associado, e consequentemente, os custos do processo.

Em paralelo com o referido, se os diversos critérios, características e pormenores, de cada especialidade (estando a falar não só dos materiais em si, mas também de quantidades, rendimentos, etc) não forem corretamente introduzidos à partida, este investimento realizado não contribuirá a 100% para o sucesso do processo. Este inconveniente eleva ainda mais o investimento inicial (tempo decorrido para que todos os pormenores sejam efetuados de forma exaustiva).

A implementação de um caso de estudo foi importante para verificar a aplicação de uma especialidade, neste caso de abastecimento de água e drenagem de águas residuais, num programa que explora a metodologia BIM e a conciliação entre programas.

Com esta aplicação foi possível retirar duas conclusões: a primeira foi, tem havido uns esforços, por parte das entidades responsáveis pelos programas de CAD, em implementar a tecnologia BIM e criar métodos que possam possibilitar a partilha do projeto entre programas. A segunda é se o projeto for realizado com um esforço inicial, aplicando todos os conteúdos necessários para a execução irá harmonizar a ligação entre os projetistas das diversas especialidades, que após este investimento inicial,

irão se tornar futuramente em processos menos morosos, com menos incompatibilidades, tornando-se mais eficazes, contribuindo para a redução de custos e para a correta evolução do sector de construção civil.

6.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Existe um vasto de campos que ainda devem ser explorados neste tema que ainda se encontra em exploração. Por este facto, de seguida são expostos alguns aspetos que se consideram de mais relevante para a evolução desta análise:

- Deverá ser efetuado um estudo relativamente às normas que possam ser implementadas em Portugal para a implementação da tecnologia de BIM;
- A falta de tutoriais por parte das entidades relacionadas *com* os *software* que modelam em BIM também dificulta a implementa do BIM. Na existência de dúvidas apenas há existência de fóruns onde por vezes podem ter informações erradas. Por esta razão deverá ser realizado um estudo que se possa utilizar como um guia aplicável a mais especialidades.

Por fim, propõe-se que seja dada continuação ao tema desta dissertação, com a introdução de novos parâmetros na análise, a fim de haver um maior conhecimento e implementação do BIM.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, Armando Baptista da Silva (2001) - Contributos para o dimensionamento de redes de águas em edifícios especiais: Aplicação de modelos matemáticos. [Em linha].

ANQIQ - Manual de dimensionamento de redes prediais de agua e esgotos de acordo com as normas europeias

AUTODESK (2014) - Software de Projecto de construção Autodesk Revit. [Consult. 09/05/2015]. Disponível em WWW: <URL: http://www.autodesk.pt/products/revit-family/overview>.

BIMFÓRUM (2012) - Sobre nós. [Consult. 17/05/2015]. Disponível em WWW: <URL: http://bimforum.com.pt/index.php/en/about-us/about-us>.

BUILDINGSMART (2009) - BIM Guides. Disponível em WWW: <http://bimguides.vtreem.com/bin/view/BIMGuides/Guidelines>.

COBIM (2012) - Common BIM Requirements. [Consult. 16/05/2015]. Disponível em WWW: <URL: http://www.en.buildingsmart.kotisivukone.com/3>.

DECRETO LEI (1995) - Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais-Decreto Regulamentar n. º 23/95, de 23 de Agosto. Lisboa.

EN806-3 (2006) - Secifications of Installation Inside Buildings Conveying Water for Human Consumption - Part 3: Pipe Sizing. Bruxelas: CEN.

EN12056-2 - Gravity drainage systems inside buildings - Parte 2: sanitary pupework, layout and calculation. Brussels: CEN, june 2000.

FERREIRA, David (2014) - Perícia (Engenharia Pericial) em redes de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais em edifícios.

FERREIRA, Maria (2013) - Sistemas prediais de drenagem de águas residuais domésticos-Estudo comparativo entre o Regulamento Geral e a Norma Europeia 12056-2.

FREITAS, João Gonçalo Andrade (2014) - Metodologia BIM: uma nova abordagem, uma nova esperança.

GEQUALTEC (2011) - Bim. Wiki da construção. [Consult. 24-02-2015]. Disponível em WWW: <URL: http://paginas.fe.up.pt/~gequaltec/w/index.php?title=BIM&oldid=1300>.

IPQ (2015) - O paradigma BIM e a normalização como fator de competitividade. [Consult. 17/06/2015]. Disponível em WWW: <URL: http://www1.ipq.pt/pt/site/destaques/pages/paradigma-bim-e-a-normalizacao-como-fator-de-competitividade.aspx>.

JERNIGAN, Finith E. (2008) - Big BIM little BIM the practical approach to building information modeling integrated practice done the right way! Maryland: 4 site press. ISBN 978-0-9795699-2-0.

KYMMELL, Willem (2008) - Building information modeling: planning and managing construction projects with 4D CAD and simulations. McGraw-Hill New York. ISBN 0071494537.

MATOS, José Saldanha (2003) - Aspectos Históricos a Actuais da Evolução da Drenagem de Águas Residuais em Meio Urbano. Revista Universidade do Minho.16.

MEDEIROS, C (2005) - Sistemas de Abastecimento Público e Predial no Porto. Grundfos, Porto.

MEDEIROS, Carlos (2014) - Apontamentos da disciplina de Instalação de Edifícios. FEUP.

NBS (2014) - NBS BIM Object Standard. [Consult. 14/05/2015]. Disponível em WWW: <URL: http://www.nationalbimlibrary.com/Content/BIMStandard/NBS-BIM-Object-Standard-v1_2_1114.pdf>.

NIBS (2008) - United States National Building Information Modeling Standard.

--- (2012a) - About the National BIM Standard-United States™. [Consult. 11/05/2015]. Disponível em WWW: <URL: http://www.nationalbimstandard.org/about.php>.

--- (2012b) - National BIM Standard – United States™ Version 2. [Consult. 13/05/2015]. Disponível em WWW: <URL: http://www.nationalbimstandard.org/nbims-us-v2/pdf/pdf_index.php>.

PEDROSO, Vítor M Ramos (2000) - Manual dos sistemas prediais de distribuição e drenagem de águas. ISBN 9724918491.

PTPC (2012) - Plataforma Tecnológica Portuguesa de Construção. [Consult. 17/05/2015]. Disponível em WWW: <URL: http://www.ptpc.pt/index.php/pt/>.

SÁ, Nuno José Marques (2012) - Optimização de sistemas prediais de distribuição de água fria. SILVA, JM (2013) - Princípios para o Desenvolvimento de Projetos com Recurso a Ferramentas BIM-Avaliação de melhores práticas e propostas de regras de modelação para projetos de estruturas. Tese de Mestrado, Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia.

SOLIBRI (1999) - About BIM and IFC. [Consult. 18/05/2015]. Disponível em WWW: <URL: http://www.solibri.com/support/bim-ifc/>.

WBDG (2010) - NIBS BIM Initiatives. [Consult. 11/05/2015]. Disponível em WWW: <URL: http://www.wbdg.org/bim/nibs_bim.php>.

WIQI (2013) - Industry Foundation Classes. [Consult. 18/05/2015]. Disponível em WWW: <URL: http://paginas.fe.up.pt/~gequaltec/w/index.php?title=Industry_Foundation_Classes#cite_note-SIGABIM-0>.

ZEISS, Geoff (2014) - BIM market in tornado of demand in Finland. [Consult. 15/05/2015]. Disponível em WWW: <URL: http://geospatial.blogs.com/geospatial/2014/11/status-of-bim-in-finland-a-bim-early-adopter.html>.

Anexo I

Tabela 5. 1- Normas ou diretrizes do BIM de alguns países (continuação) (buildingSMART, 2009)

País	Organização	Norma/Diretriz	Ultima atualização
Austrália	CRC for Construcion Innovation	National Guidelines for Digital Modelling	2014-02-19
	NATSPEC	NATSPEC National BIM Guide	2014-02-28
	ANZRS	ANZRS - Australia & New Zealand Revit Standard v3	2014-02-17
Alemanha	Bundesinstituts für Bau - Stadt - und Raumforschung (BBSR)	BIM-Leitfaden für Deutschland	2014-05-19
Canadá	Canada BIM Council	AEC (CAN) BIM Protocol	2014-05-23
Dinamarca	bips	CAD Manual	2014-01-19
Espanha	buildingSMART Spanish Chapter	uBIM - Guia de usuarios BIM en Espanol	2015-04-13
Finlândia	buildingSMART Finland	COBIM - Common BIM Requirement 2012	2014-02-18
Hong Kong	Hong Kong Institute of Building Information Modelling	HKIBIM - BIM Project Specification	2014-02-18
Noruega	Statsbygg (Directorate of Public Construction and Property)	Statsbygg BIM Manual 1.2	2014-03-03
	Norwegian Home Builders' Association	BoligBIM (BIM Manual) 2.0 - Norway	2014-02-24
Nova Zelândia	ANZRS	ANZRS - Australia & New Zealand Revit Standard v3	2014-02-17
	Produnctivity Partnership	New Zealand BIM Handbook	2015-03-03
Reino Unido	AEC (UK) Committee	AEC (UK) BIM Protocol v2.0	2014-02-17
	NBS	NBS BIM Object Standard	2015-03-24
	The British Standards Institute (BSI)	PAS 1192-2:2013	2014-02-18
	Construction Industry Council	CIC - BIM Protocol	2014-02-18
Singapura	Singapore Building and Construction Authority (BCA)	Singapore BIM Guide - Version 1.0	2015-05-29
		Singapore BIM Guide Version 2.0	2015-05-22
		Penn State Office of Physical Plant BIM Requirements	2014-02-08

Tabela 5. 1- Normas ou diretrizes do BIM de alguns países (continuação) (buildingSMART, 2009)

País	Organização	Norma/Diretriz	Ultima atualização
Estados Unidos da América	Broward County Aviation Department	Broward County Aviation Department (BCAD) Building Information Modeling (BIM) Standard	2015-02-13
	Port Authority of New York & New Jersey, Engineering Department	PANYNJ - EAD BIM Standard Manual	2014-02-18
	The Associated General Contractors of America	AGC - Contractor's Guide to BIM - 2nd Ed	2014-02-17
		AGC - Contractor's Guide to BIM - 1st Ed	2014-02-17
	Massachusetts Institute of Technology	MIT CAD & BIM Guidelines	2014-02-18
		MIT BIM Execution Guide	2014-02-18
	State of Tennessee Office of the State Architect (TN OSA)	Building Information Modeling (BIM) Requirements 1.0	2015-02-12
	University of Florida - Planning, Design & Construction	BIM Execution Plan- UF Minor Projects Template (UF-000) Version 1.1	2015-02-12
	Tricare	DoD MHS Facility Lifecycle Management (FLCM) Building Information Modeling (BIM) Requirements	2014-02-26
	CIC Program, Penn State University	Penn State - BIM Planning Guide for Facility Owners	2014-02-18
		The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses	2014-02-08
	University of South Florida - Facilities Planning and Construction	University of South Florida BIM Project Execution Plan Template	2015-02-13
		University of South Florida Building Information Modeling (BIM) Standards	2015-02-13
	National Institute of Building Science (NIBS)	NBIMS-US v2 (National Building Information Modeling Standard - United States, Version 2)	2014-02-18
	Wisconsin DOA-DSF (Department of Administration, Division of State Facilities)	Building Information Modeling (BIM) GUIDELINE and STANDARDS for ARCHITECTS and ENGINEERS	2014-07-08

Tabela 5. 1- Normas ou diretrizes do BIM de alguns países (continuação) (buildingSMART, 2009)

País	Organização	Norma/Diretriz	Ultima atualização
Estados Unidos da América	The Mechanical Contractors Association of America, Inc.	Achieving Spatial Coordination Through BIM: A Guide for Specialty Contractors (fee)	2014-07-04
	Penn State University	Penn State - BIM Project Execution Planning Guide v2.1	2014-01-27
		Penn State Office of Physical Plant BIM Requirements	2014-02-08
	New York School Construction Authority	NY SCA - BIM Guidelines and Standards	2014-02-18
	Georgia Institute of Technology	Georgia Tech BIM Requirements & Guidelines for Architects, Engineers and Contractors Version 1.0	2014-03-02
	Department of Veterans Affairs	VA - BIM Guide	2014-03-03
	State of Ohio - Department of Administrative Services - State Architect's Office	Ohio - State of Ohio Building Information Modeling Protocol	2014-02-18
	Federal Aviation Administration	FAA - Minimum BIM Requirements	2014-02-18
	CAD-BIM Technology Center, Vicksburg, MS	USACE BIM Roadmap (ERDC SR-12-2)	2014-03-08
	University of Washington	UW - Attachment G - University of Washington CAD and BIM standards, PDF requirements, and CAD Compliance Review Submittals	2013-12-18
	New York City Department of Design and Construction	NYC DDC BIM Guidelines	2014-02-18
	Virginia Commonwealth University	Building Information Modeling (BIM) Guidelines and Standards for Architects, Engineers, and Contractors	2015-02-12
	City of San Antonio	CoSA - BIM Development Criteria and Standards for Design & Construction Projects	2014-02-18

Anexo II – Definições

IFC

O IFC é um modelo de dados não proprietário baseado nos componentes da construção que pretende suportar a interoperabilidade entre as aplicações específicas adotadas para conceber projetos, construir e operar os edifícios através do armazenamento da informação sobre todos os aspetos de um edifício ao longo do seu ciclo de vida (Khemlani, L., 2004).

O Industry Foundation Classes designa assim um formato universal para representação dos produtos da construção e troca de dados entre sistemas. Não sendo ainda um formato de interoperabilidade *standard* (a última versão, IFC 2x4, está em processo de aguardar certificação total da *International Organization for Standardization*), é já recorrente a utilização das especificações IFC nas aplicações BIM mais correntes (Sousa, H.d. [et al.], 2011).

World Wide Web Consortium Extensible Markup Language (W3C XML) Specification and Validation 1.0

É um *standard* existente na indústria desenvolvido, gerido, publicado e da autoria do consórcio W3C. A linguagem XML (*eXtensible Markup Language*) representa uma extensão do formato HTML (*HyperText Markup Language*), a linguagem base da internet. O XML permite a definição de estruturas de base de dados (chamados "*schemas*" - esquemas) e significados dos vários elementos. Os diferentes esquemas estruturais XML suportam trocas de vários tipos de dados entre aplicações. XML é especialmente adequado para trocas de informação de gestão (Sousa, H.d. [et al.], 2011).

OmniClass

O Sistema de Classificação da Construção *OmniClass* é um meio de organizar e partilhar informações especificamente concebidas para a indústria da construção. O *OmniClass* é útil para muitas aplicações BIM, a partir de relatórios de organização e bibliotecas de objetos que permitem rápida consulta dos dados agilizando o processo de encontrar a informação que se procura.

O OmniClass foi concebido para fornecer uma base normalizada para a classificação da informação criada e usada na indústria da AEC na América do Norte, durante todo o ciclo de vida da instalação desde a conceção à demolição, abrangendo todos os diferentes tipos de construção que integram a indústria. O OmniClass pretende ser um meio para organizar, classificar e partilhar informações (OmniClass, 2012).

IDM

O IDM (*Information Delivery Manuals)*, simplificadamente, é uma norma para processos especificados quando certos tipos de informação são necessários durante a construção de um projeto ou a gestão de uma instalação. Fornece também especificação detalhada da informação que um determinado utilizador (arquiteto, engenheiro por exemplo) precisa de fornecer numa determinada altura e agrupa as informações que são necessárias em atividades associadas: estimativa de custos, quantidade de materiais e planeamento de tarefas (buildingSMART, 2012). Uma MVD (Model View Definitions) é uma metodologia e formato *standard* que fornece para documentar os requisitos da implementação de um software baseado na norma de partilha de dados IFC.

COBie

O COBie é um formato de partilha de informação para o ciclo de vida de uma instalação que descreve os espaços e equipamentos da mesma. A primeira troca COBie ocorre no fim da construção, contudo o ganho de eficiência vai ser ganho usando o COBie durante o ciclo de vida do edifício quando for necessária a partilha de informação sobre os espaços ou equipamentos. O software com tecnologia BIM exporta dados COBie, a informação pode estar sempre atualizada no decorrer do projeto e construção, assim na entrega final a informação pode ser automaticamente usada pelos gestores de instalações.

O COBie não é um produto específico ou uma solução de *software*, mas é sim implementado no software comercial para permitir aos seus utilizadores transferir informação de uma fase do projeto para outra sem terem recuperar repetidamente a mesma informação, como é o caso na indústria de serviços atualmente. Como projeto da *buildingSMART aliance*, o COBie é baseado no modelo IFC. Contudo os dados COBie podem ser abertos numa folha de cálculo comum, pois o COBie não é um *software* ou um produto, mas um método para transferir a informação de uma construção ao longo do seu ciclo de vida (NIBS, 2012b).

1.- RAMAIS DE LIGAÇÃO

Tubo de polietileno PE 100, PN=10 atm, segundo NP EN 12201-2

Cálculo hidráulico dos ramais de ligação												
Tramo	L_r (m)	L_t (m)	Q_b (l/s)	K	Q (l/s)	h (m.c.a.)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P_{ent} (m.c.a.)	P_{sai} (m.c.a.)
1-2	6.91	8.29	13.30	0.15	1.94	0.30	35.20	40.00	1.99	1.03	49.50	48.17

Abreviaturas utilizadas			
L_r	*Comprimento medido nos desenhos*	D_{int}	*Diâmetro interior*
L_t	*Comprimento total de cálculo (L_r + L_{eq})*	D_{com}	*Diâmetro comercial*
Q_b	*Caudal bruto*	v	*Velocidade*
K	*Coeficiente de simultaneidade*	J	*Perda de carga do tramo*
Q	*Caudal, aplicada simultaneidade (Q_b x K)*	P_{ent}	*Pressão de entrada*
h	*Desnível*	P_{sai}	*Pressão de saída*

2.- RAMAIS DE INTRODUÇÃO

Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), PN=10 atm, segundo NP EN ISO 15874-2

Cálculo hidráulico dos ramais de introdução												
Tramo	L_r (m)	L_t (m)	Q_b (l/s)	K	Q (l/s)	h (m.c.a.)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P_{ent} (m.c.a.)	P_{sai} (m.c.a.)
2-3	0.63	0.75	13.30	0.15	1.94	-0.30	40.80	50.00	1.48	0.05	44.17	43.93

Abreviaturas utilizadas			
L_r	*Comprimento medido nos desenhos*	D_{int}	*Diâmetro interior*
L_t	*Comprimento total de cálculo (L_r + L_{eq})*	D_{com}	*Diâmetro comercial*
Q_b	*Caudal bruto*	v	*Velocidade*
K	*Coeficiente de simultaneidade*	J	*Perda de carga do tramo*
Q	*Caudal, aplicada simultaneidade (Q_b x K)*	P_{ent}	*Pressão de entrada*
h	*Desnível*	P_{sai}	*Pressão de saída*

3.- INSTALAÇÕES PARTICULARES

3.1.- Instalações particulares

Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), PN=10 atm, segundo NP EN ISO 15874-2

Cálculo hidráulico das instalações interiores												
Tramo	T_{tub}	L_r (m)	L_t (m)	Q_b (l/s)	K	Q (l/s)	h (m.c.a.)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P_{ent} (m.c.a.)	P_{sai} (m.c.a.)
3-4	Instalação interior (F)	6.11	7.33	13.30	0.15	1.94	0.00	40.80	50.00	1.48	0.44	43.93	43.49
4-5	Instalação interior (F)	6.20	7.44	10.70	0.16	1.73	6.20	40.80	50.00	1.32	0.36	43.49	36.92
5-6	Instalação interior (F)	3.50	4.20	6.60	0.20	1.34	3.50	32.60	40.00	1.60	0.38	36.92	33.04
6-7	Instalação interior (F)	3.50	4.20	4.40	0.25	1.08	3.50	26.20	32.00	2.00	0.76	33.04	28.78
7-8	Instalação interior (F)	4.10	4.92	2.20	0.35	0.76	4.10	26.20	32.00	1.41	0.47	28.78	24.21
8-9	Instalação interior (F)	4.80	5.76	1.10	0.49	0.54	0.00	20.40	25.00	1.64	0.99	24.21	23.22
9-10	Instalação interior (F)	0.17	0.21	0.70	0.61	0.43	0.00	20.40	25.00	1.30	0.02	23.22	22.70
10-11	Local húmido (F)	1.40	1.68	0.70	0.61	0.43	0.00	20.40	25.00	1.30	0.19	22.70	22.51
11-12	Local húmido (F)	4.68	5.62	0.60	0.66	0.39	0.00	20.40	25.00	1.20	0.55	22.51	21.96
12-13	Local húmido (F)	0.69	0.82	0.45	0.75	0.34	0.00	20.40	25.00	1.04	0.06	21.96	21.90
13-14	Local húmido (F)	0.61	0.74	0.30	0.92	0.28	0.00	20.40	25.00	0.85	0.04	21.90	21.86
14-15	Tramo ao aparelho (F)	4.05	4.86	0.16	1.00	0.16	-3.30	20.40	25.00	0.50	0.10	21.86	25.07

Abreviaturas utilizadas			
T_{tub}	*Tipo de tubagem: F (Água fria), Q (Água quente)*	D_{int}	*Diâmetro interior*
L_r	*Comprimento medido nos desenhos*	D_{com}	*Diâmetro comercial*
L_t	*Comprimento total de cálculo (L_r + L_{eq})*	v	*Velocidade*
Q_b	*Caudal bruto*	J	*Perda de carga do tramo*
K	*Coeficiente de simultaneidade*	P_{ent}	*Pressão de entrada*
Q	*Caudal, aplicada simultaneidade (Q_b x K)*	P_{sai}	*Pressão de saída*
h	*Desnível*		

Instalação interior: Válvula de seccionamento individual (Válvula de seccionamento individual)

Ponto de consumo com maior queda de pressão (Utt): Urinol com torneira temporizada

3.2.- Produção de A.Q.S.

Cálculo hidráulico dos equipamentos de produção de A.Q.S.		
Referência	Descrição	Q_{cal} (l/s)
Válvula de seccionamento individual	Termoacumulador eléctrico para o serviço de A.Q.S., mural vertical, resistência blindada, capacidade 75 l, potência 2000 W, de 758 mm de altura e 450 mm de diâmetro.	0.34

Abreviaturas utilizadas	
Q_{cal}	*Caudal de cálculo*

4.- ISOLAMENTO TÉRMICO

Isolamento térmico de tubagens em instalação interior de A.Q.S., colocada superficialmente, para a distribuição de fluidos quentes (de +60°C a +100°C), formado por manga isolante de espuma elastomérica, de 23 mm de diâmetro interior e 25 mm de espessura.

1.- MEMÓRIA DESCRITIVA

1.1.- Objectivo do projecto

O objectivo deste projecto técnico é especificar todos e cada um dos elementos que compõem a instalação de abastecimento de água, assim como justificar, através dos correspondentes cálculos, o cumprimento do Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais.

1.2.- Titular

Nome ou Razão Social:
NIPC/NIF:
Morada:
Localidade:
CP: Distrito:
Telefone: Fax:

1.3.- Localização

PLANO GERAL DA LOCALIZAÇÃO DO EDIFÍCIO

1.4.- Legislação aplicável

Na realização do projecto foi considerado o Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais 'Abastecimento de água'.

1.5.- Descrição da instalação

1.5.1.- Descrição geral

Tipo de projecto: Edifício de uso docente.

1.6.- Características da instalação

1.6.1.- Ramais de ligação

Circuito mais desfavorável:

- Instalação do ramal de ligação enterrado para abastecimento de água de 6,91 m de comprimento, que une a rede geral de distribuição de água potável da empresa abastecedora com a instalação geral do edifício, contínuo em todo o seu comprimento sem uniões intermédias não visitáveis, constituído por tubo de polietileno PE 100, de 40 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm e 2,4 mm de espessura, colocada sobre leito de areia de 15 cm de espessura, no fundo da vala previamente escavada; abraçadeira de tomada em carga colocada sobre a rede geral de distribuição que serve de ligação entre o ramal de ligação e a rede; válvula de corte de esfera de 1 1/4" de diâmetro com manípulo de encaixe quadrado colocada com união roscada, situada junto à edificação, fora dos limites da propriedade, alojada na caixa de visita pré-fabricada de polipropileno de 30x30x30 cm, colocada sobre base de betão simples C20/25 (X0(P); D25; S2; Cl 1,0) de 15 cm de espessura.

1.6.2.- Ramais de introdução

Circuito mais desfavorável:

- Instalação de ramal de introdução de água potável de 0,63 m de comprimento, enterrado, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 50 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm e 4,6 mm de espessura, colocado sobre leito de areia de 10 cm de espessura, no fundo da vala previamente escavada, devidamente compactada e nivelada através de equipamento manual com apiloador (saltitão) de condução manual, enchimento lateral compactando até metade do diâmetro do tubo e posterior enchimento com a mesma areia até 10 cm por cima da geratriz superior do tubo.

1.6.3.- Instalações particulares

Circuito mais desfavorável:

- Tubagem para instalação interior, colocada superficialmente e fixada ao paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), para os seguintes diâmetros: 25 mm (16.42 m), 32 mm (7.60 m), 40 mm (3.50 m), 50 mm (12.31 m).

4.- MEDIÇÃO E ORÇAMENTO

ÍNDICE

1. MAPA DE TRABALHOS
2. MAPA DE TRABALHOS DETALHADO
3. ORÇAMENTO
4. ORÇAMENTO DETALHADO
5. ORÇAMENTO (COM DETALHE DA COMPOSIÇÃO)
6. QUADRO DE MÃO DE OBRA
7. QUADRO DE MATERIAIS

3. ORÇAMENTO

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UN	QUANT.	PREÇO €	IMPORTÂNCIA €
I	Instalações				
IC	Aquecimento, climatização e A.Q.S.				
ICA010	Termoacumulador eléctrico para o serviço de A.Q.S., mural vertical, resistência blindada, capacidade 75 l, potência 2000 W, de 758 mm de altura e 450 mm de diâmetro.	Ud	1,00	255,75	255,75
				Total IC	255,75
IF	Abastecimento de água				
IFA010	Ramal de ligação enterrado de abastecimento de água potável de 6,91 m de comprimento, formado por tubo de polietileno PE 100, de 40 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm e 2,4 mm de espessura e válvula de corte alojada na caixa de visita pré-fabricada de polipropileno.	Ud	1,00	670,04	670,04
IFB010	Ramal de introdução de água potável, de 0,63 m de comprimento, enterrado, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 50 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm.	Ud	1,00	8,10	8,10
IFC010	Pré-instalação de contador individual de água de 1 1/2" DN 40 mm, colocado em nicho, com duas válvulas de corte adufa.	Ud	1,00	82,50	82,50
IFI005	Tubagem para instalação interior de abastecimento de água, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 25 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm.	m	508,60	3,50	1.780,10
IFI005b	Tubagem para instalação interior de abastecimento de água, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 32 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm.	m	18,14	5,03	91,24
IFI005c	Tubagem para instalação interior de abastecimento de água, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 40 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm.	m	3,50	6,93	24,26
IFI005d	Tubagem para instalação interior de abastecimento de água, colocada superficialmente, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 50 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm.	m	12,31	9,93	122,24
IFI008	Válvula de assento de polipropileno copolímero random (PP-R), de 25 mm de diâmetro.	Ud	24,00	23,39	561,36
				Total IF	3.339,84
				Total I	3.595,59
N	Isolamentos e impermeabilizações				
NA	Isolamentos				
NAA010	Isolamento térmico de tubagens em instalação interior de A.Q.S., colocada superficialmente, para a distribuição de fluidos quentes (de +60°C a +100°C), formado por manga isolante de espuma elastomérica, de 23 mm de diâmetro interior e 25 mm de espessura.	m	12,52	22,78	285,21

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UN	QUANT.	PREÇO €	IMPORTÂNCIA €
				Total NA	285,21
				Total N	**285,21**
P	**Divisões**				
PY	Trabalhos auxiliares				
PYA010	Trabalhos auxiliares de pedreiro em edifício de outras utilizações, para instalação de abastecimento de água.	m²	100,00	2,24	224,00
				Total PY	224,00
				Total P	**224,00**
S	**Equipamentos fixos e sinalização**				
SA	Aparelhos sanitários				
SAD020	Base de chuveiro rectangular extraplano, de porcelana sanitária, modelo Malta "ROCA", cor Blanco, de 900x700x80 mm, equipada com torneira mono-comando mural para chuveiro, com cartucho cerâmico, acabamento cromado, modelo Thesis.	Ud	3,00	450,96	1.352,88
SAI010	Taça de sanita de tanque baixo, de porcelana sanitária, modelo Meridian "ROCA", cor Blanco, de 370x645x790 mm, com cisterna de sanita, de dupla descarga, de 360x140x355 mm, assento e tampa de sanita, de queda amortecida.	Ud	27,00	415,32	11.213,64
				Total SA	12.566,52
				Total S	**12.566,52**

ORÇAMENTO DE CONCURSO

Nº	CAPÍTULO	IMPORTÂNCIA (€)
1	INSTALAÇÕES	3.595,59
2	ISOLAMENTOS E IMPERMEABILIZAÇÕES	285,21
3	DIVISÕES	224,00
4	EQUIPAMENTOS FIXOS E SINALIZAÇÃO	12.566,52
Orçamento de execução material		16.671,32
IVA: 23.00 %		3.834,40
Orçamento de concurso		20.505,72

Importa o Orçamento de concurso a quantidade de VINTE MIL QUINHENTOS E CINCO EUROS E SETENTA E DOIS CÊNTIMOS

1.- REDE DE ÁGUAS RESIDUAIS

Ramal de ligação 1

Ramal de descarga										
Tramo	L (m)	i (%)	D_{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
				Qb (l/s)	K	Qs (l/s)	Y/D (%)	v (m/s)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)
14-15	0.67	1.00	90	1.50	1.00	1.50	-	-	84	90
14-16	1.58	1.00	90	1.50	1.00	1.50	-	-	84	90
17-18	1.56	1.00	90	1.50	1.00	1.50	-	-	84	90
17-19	2.14	1.00	90	1.50	1.00	1.50	-	-	84	90
20-21	1.57	1.00	90	1.50	1.00	1.50	-	-	84	90
20-22	2.14	1.00	90	1.50	1.00	1.50	-	-	84	90
23-24	1.57	1.00	90	1.50	1.00	1.50	-	-	84	90
23-25	2.14	1.00	90	1.50	1.00	1.50	-	-	84	90
26-27	1.57	1.00	90	1.50	1.00	1.50	-	-	84	90
26-28	2.14	1.00	90	1.50	1.00	1.50	-	-	84	90
30-31	1.21	7.22	50	1.00	1.00	1.00	49.70	1.33	44	50
31-32	0.87	1.00	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
31-33	0.86	1.02	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
34-35	1.08	4.65	75	1.50	0.91	1.36	34.29	1.20	69	75
35-36	1.15	2.32	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
35-37	0.70	3.80	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
35-38	2.66	1.00	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
39-40	1.16	4.65	75	1.50	0.91	1.36	34.29	1.20	69	75
40-41	1.29	2.00	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
40-42	0.84	3.07	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
40-43	2.57	1.00	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
44-45	1.16	4.65	75	1.50	0.91	1.36	34.29	1.20	69	75
45-46	1.29	2.00	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
45-47	0.84	3.07	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
45-48	2.57	1.00	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
49-50	1.16	4.65	75	1.50	0.91	1.36	34.29	1.20	69	75
50-51	1.29	2.00	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
50-52	0.84	3.07	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
50-53	2.57	1.00	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
59-60	2.66	4.65	75	1.50	0.91	1.36	34.29	1.20	69	75
60-61	2.36	1.00	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
60-62	0.67	3.52	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
60-63	0.99	2.37	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
66-67	3.83	1.00	90	1.50	1.00	1.50	-	-	84	90
66-68	0.59	1.00	90	1.50	1.00	1.50	-	-	84	90
71-72	1.26	3.89	75	4.50	0.54	2.45	49.87	1.32	69	75

Abreviaturas utilizadas			
L	*Comprimento medido nos desenhos*	Qs	*Caudal com simultaneidade (Qb x k)*
i	*Inclinação*	Y/D	*Taxa de ocupação*
D_{min}	*Diâmetro nominal mínimo*	v	*Velocidade*
Qb	*Caudal bruto*	D_{int}	*Diâmetro interior comercial*
K	*Coeficiente de simultaneidade*	D_{com}	*Diâmetro comercial*

Ramal de descarga										
Tramo	L (m)	i (%)	D_{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
				Qb (l/s)	K	Qs (l/s)	Y/D (%)	v (m/s)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)
72-73	0.82	1.18	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
72-74	0.59	1.63	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
72-75	0.97	1.00	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
77-78	0.64	20.90	90	4.50	0.54	2.45	24.23	2.39	84	90
78-79	2.32	1.00	90	1.50	1.00	1.50	-	-	84	90
78-80	2.69	1.00	90	1.50	1.00	1.50	-	-	84	90
78-81	7.10	1.00	90	1.50	1.00	1.50	-	-	84	90
87-88	3.63	4.65	75	1.50	0.91	1.36	34.29	1.20	69	75
88-89	1.20	1.94	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
88-90	0.92	2.53	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
88-91	2.33	1.00	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
87-92	1.33	3.89	75	4.50	0.54	2.45	49.87	1.32	69	75
92-93	0.98	1.05	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
92-94	0.68	1.52	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
92-95	1.03	1.00	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
87-96	2.74	3.53	75	3.00	0.66	1.97	45.25	1.20	69	75
96-97	0.68	1.51	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
96-98	1.02	1.00	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
99-100	1.16	3.53	75	3.00	0.66	1.97	45.25	1.20	69	75
100-101	0.82	1.00	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
100-102	0.70	1.17	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
99-103	1.88	3.53	75	3.00	0.66	1.97	45.25	1.20	69	75
103-104	0.67	1.33	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
103-105	0.89	1.00	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
106-107	2.58	3.53	75	3.00	0.66	1.97	45.25	1.20	69	75
107-108	0.73	1.00	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
107-109	0.64	1.14	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
106-110	1.75	3.53	75	3.00	0.66	1.97	45.25	1.20	69	75
110-111	0.60	1.38	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
110-112	0.82	1.00	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
113-114	2.58	3.53	75	3.00	0.66	1.97	45.25	1.20	69	75
114-115	0.73	1.00	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
114-116	0.64	1.14	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
113-117	1.75	3.53	75	3.00	0.66	1.97	45.25	1.20	69	75
117-118	0.60	1.38	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
117-119	0.82	1.00	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
120-121	2.58	3.53	75	3.00	0.66	1.97	45.25	1.20	69	75
121-122	0.73	1.00	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
121-123	0.64	1.14	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75

Abreviaturas utilizadas			
L	*Comprimento medido nos desenhos*	Qs	*Caudal com simultaneidade (Qb x k)*
i	*Inclinação*	Y/D	*Taxa de ocupação*
D_{min}	*Diâmetro nominal mínimo*	v	*Velocidade*
Qb	*Caudal bruto*	D_{int}	*Diâmetro interior comercial*
K	*Coeficiente de simultaneidade*	D_{com}	*Diâmetro comercial*

Ramal de descarga										
Tramo	L (m)	i (%)	D_{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
				Qb (l/s)	K	Qs (l/s)	Y/D (%)	v (m/s)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)
120-124	1.75	3.53	75	3.00	0.66	1.97	45.25	1.20	69	75
124-125	0.60	1.38	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
124-126	0.82	1.00	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
140-141	3.67	5.92	75	1.00	1.00	1.00	27.44	1.20	69	75
141-142	2.74	1.00	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
141-143	1.02	2.68	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
140-144	4.49	4.65	75	1.50	0.91	1.36	34.29	1.20	69	75
144-145	1.82	1.00	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
144-146	1.53	1.19	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
144-147	1.82	1.00	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
148-149	3.01	4.65	75	1.50	0.91	1.36	34.29	1.20	69	75
149-150	2.59	1.00	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
149-151	0.68	3.83	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
149-152	0.80	3.23	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
154-155	4.86	1.00	90	1.50	1.00	1.50	-	-	84	90
154-156	1.54	1.00	90	1.50	1.00	1.50	-	-	84	90
157-158	1.00	1.00	90	1.50	1.00	1.50	-	-	84	90
157-159	3.91	1.00	90	1.50	1.00	1.50	-	-	84	90
163-164	1.15	3.89	75	4.50	0.54	2.45	49.87	1.32	69	75
164-165	0.86	1.10	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
164-166	0.61	1.54	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
164-167	0.95	1.00	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
171-172	1.78	4.65	75	1.50	0.91	1.36	34.29	1.20	69	75
172-173	1.49	1.62	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
172-174	2.41	1.00	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
172-175	0.95	2.54	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
176-177	1.54	4.65	75	1.50	0.91	1.36	34.29	1.20	69	75
177-178	1.22	2.21	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
177-179	0.78	3.48	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
177-180	2.71	1.00	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
181-182	1.54	4.65	75	1.50	0.91	1.36	34.29	1.20	69	75
182-183	1.22	2.21	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
182-184	0.78	3.48	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
182-185	2.71	1.00	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
186-187	1.54	4.65	75	1.50	0.91	1.36	34.29	1.20	69	75
187-188	1.22	2.21	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
187-189	0.78	3.48	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
187-190	2.71	1.00	40	0.50	1.00	0.50	-	-	34	40
194-195	3.09	1.00	90	1.50	1.00	1.50	-	-	84	90

Abreviaturas utilizadas			
L	*Comprimento medido nos desenhos*	Qs	*Caudal com simultaneidade (Qb x k)*
i	*Inclinação*	Y/D	*Taxa de ocupação*
D_{min}	*Diâmetro nominal mínimo*	v	*Velocidade*
Qb	*Caudal bruto*	D_{int}	*Diâmetro interior comercial*
K	*Coeficiente de simultaneidade*	D_{com}	*Diâmetro comercial*

Ramal de descarga										
Tramo	L (m)	i (%)	D_{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
				Qb (l/s)	K	Qs (l/s)	Y/D (%)	v (m/s)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)
194-196	0.63	1.00	90	1.50	1.00	1.50	-	-	84	90
197-198	3.09	1.00	90	1.50	1.00	1.50	-	-	84	90
197-199	0.66	1.00	90	1.50	1.00	1.50	-	-	84	90
200-201	3.09	1.00	90	1.50	1.00	1.50	-	-	84	90
200-202	0.66	1.00	90	1.50	1.00	1.50	-	-	84	90
203-204	3.09	1.00	90	1.50	1.00	1.50	-	-	84	90
203-205	0.66	1.00	90	1.50	1.00	1.50	-	-	84	90
208-209	1.98	3.53	75	3.00	0.66	1.97	45.25	1.20	69	75
209-210	0.93	1.00	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
209-211	0.68	1.37	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
208-212	1.21	3.53	75	3.00	0.66	1.97	45.25	1.20	69	75
212-213	0.64	1.09	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
212-214	0.70	1.00	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
215-216	2.75	3.53	75	3.00	0.66	1.97	45.25	1.20	69	75
216-217	0.82	1.00	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
216-218	0.70	1.17	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
215-219	1.93	3.53	75	3.00	0.66	1.97	45.25	1.20	69	75
219-220	0.69	1.25	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
219-221	0.86	1.00	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
222-223	2.75	3.53	75	3.00	0.66	1.97	45.25	1.20	69	75
223-224	0.82	1.00	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
223-225	0.70	1.17	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
222-226	1.93	3.53	75	3.00	0.66	1.97	45.25	1.20	69	75
226-227	0.69	1.25	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
226-228	0.86	1.00	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
229-230	2.75	3.53	75	3.00	0.66	1.97	45.25	1.20	69	75
230-231	0.82	1.00	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
230-232	0.70	1.17	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
229-233	1.93	3.53	75	3.00	0.66	1.97	45.25	1.20	69	75
233-234	0.69	1.25	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75
233-235	0.86	1.00	75	1.50	1.00	1.50	-	-	69	75

Abreviaturas utilizadas			
L	*Comprimento medido nos desenhos*	Qs	*Caudal com simultaneidade (Qb x k)*
i	*Inclinação*	Y/D	*Taxa de ocupação*
D_{min}	*Diâmetro nominal mínimo*	v	*Velocidade*
Qb	*Caudal bruto*	D_{int}	*Diâmetro interior comercial*
K	*Coeficiente de simultaneidade*	D_{com}	*Diâmetro comercial*

Ramal de ligação 1

Tubos de queda								
Ref.	L (m)	D_{min} (mm)	Cálculo hidráulico					
			Qb (l/s)	K	Qs (l/s)	r	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)
14-17	3.50	110	12.00	0.35	4.14	0.177	104	110
17-20	2.90	110	9.00	0.39	3.55	0.161	104	110
20-23	3.50	110	6.00	0.48	2.86	0.141	104	110
23-26	3.50	110	3.00	0.66	1.97	0.113	104	110
30-34	3.50	75	6.00	0.48	2.86	0.271	69	75
34-39	2.90	75	4.50	0.54	2.45	0.247	69	75
39-44	3.50	75	3.00	0.66	1.97	0.217	69	75
44-49	3.50	75	1.50	0.91	1.36	0.173	69	75
58-59	3.65	75	1.50	0.91	1.36	0.173	69	75
65-66	3.65	90	3.00	0.66	1.97	0.159	84	90
70-71	3.65	75	4.50	0.54	2.45	0.247	69	75
87-99	3.50	160	24.00	0.25	6.00	0.117	154	160
99-106	3.50	160	18.00	0.29	5.15	0.107	154	160
106-113	3.50	160	12.00	0.35	4.14	0.094	154	160
113-120	3.50	160	6.00	0.48	2.86	0.075	154	160
140-148	3.50	75	1.50	0.91	1.36	0.173	69	75
154-157	3.50	90	3.00	0.66	1.97	0.159	84	90
162-163	3.50	75	4.50	0.54	2.45	0.247	69	75
170-171	3.50	75	6.00	0.48	2.86	0.271	69	75
171-176	2.90	75	4.50	0.54	2.45	0.247	69	75
176-181	3.50	75	3.00	0.66	1.97	0.217	69	75
181-186	3.50	75	1.50	0.91	1.36	0.173	69	75
193-194	3.50	110	12.00	0.35	4.14	0.177	104	110
194-197	2.90	110	9.00	0.39	3.55	0.161	104	110
197-200	3.50	110	6.00	0.48	2.86	0.141	104	110
200-203	3.50	110	3.00	0.66	1.97	0.113	104	110
207-208	3.50	160	24.00	0.25	6.00	0.117	154	160
208-215	3.50	160	18.00	0.29	5.15	0.107	154	160
215-222	3.50	160	12.00	0.35	4.14	0.094	154	160
222-229	3.50	160	6.00	0.48	2.86	0.075	154	160

Abreviaturas utilizadas			
Ref.	*Referência em desenhos*	Qs	*Caudal com simultaneidade (Qb x k)*
L	*Comprimento medido nos desenhos*	r	*Taxa de ocupação*
D_{min}	*Diâmetro nominal mínimo*	D_{int}	*Diâmetro interior comercial*
Qb	*Caudal bruto*	D_{com}	*Diâmetro comercial*
K	*Coeficiente de simultaneidade*		

Ramal de ligação 1

Tubos de queda com ventilação primária					
Ref.	L (m)	D_{min} (mm)	Q_t (l/s)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)
78-86	19.20	75	2.45	73	75

Abreviaturas utilizadas			
Ref.	*Referência em desenhos*	Q_t	*Caudal total*
L	*Comprimento medido nos desenhos*	D_{int}	*Diâmetro interior comercial*
D_{min}	*Diâmetro nominal mínimo*	D_{com}	*Diâmetro comercial*

Ramal de ligação 1

Colectores										
Tramo	L (m)	i (%)	D_{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
				Qb (l/s)	K	Qs (l/s)	Y/D (%)	v (m/s)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)
1-2	4.32	2.01	160	125.00	0.12	14.52	49.97	1.60	152	160
2-3	7.21	2.00	160	125.00	0.12	14.52	49.23	1.60	154	160
3-4	0.22	2.00	160	68.50	0.15	10.53	41.02	1.47	154	160
4-5	4.26	2.00	160	68.50	0.15	10.53	41.58	1.47	152	160
5-6	5.51	3.27	160	68.50	0.15	10.53	36.39	1.76	152	160
6-7	5.24	2.00	160	68.50	0.15	10.53	41.58	1.47	152	160
7-8	4.40	2.00	160	68.50	0.15	10.53	41.58	1.47	152	160
8-9	4.36	2.00	160	68.50	0.15	10.53	41.58	1.47	152	160
9-10	4.08	2.00	160	68.50	0.15	10.53	41.58	1.47	152	160
10-11	3.73	2.00	160	68.50	0.15	10.53	41.58	1.47	152	160
11-12	1.75	2.00	125	31.00	0.22	6.89	47.51	1.33	119	125
12-13	1.31	15.33	110	22.00	0.26	5.73	29.80	2.67	105	110
13-14	1.70	7.80	110	15.00	0.31	4.67	31.93	1.98	105	110
13-30	1.97	2.69	110	7.00	0.44	3.11	34.08	1.20	105	110
12-55	1.96	2.43	110	9.00	0.39	3.55	37.62	1.20	105	110
55-56	2.45	3.23	110	4.50	0.54	2.45	28.74	1.20	105	110
56-57	0.13	115.05	110	4.50	0.54	2.45	11.92	4.24	105	110
57-58	0.89	5.23	110	1.50	0.91	1.36	18.97	1.20	105	110
57-65	0.90	5.16	110	3.00	0.66	1.97	22.87	1.33	105	110
55-70	1.00	19.92	110	4.50	0.54	2.45	18.23	2.29	105	110
11-77	0.17	87.38	160	37.50	0.20	7.62	13.59	5.14	152	160
77-87	0.62	2.00	160	33.00	0.22	7.12	33.69	1.32	152	160
3-128	3.84	2.00	160	56.50	0.17	9.49	38.78	1.43	154	160
128-129	7.72	2.00	160	56.50	0.17	9.49	38.78	1.43	154	160
129-130	6.28	2.00	160	56.50	0.17	9.49	38.78	1.43	154	160
130-131	0.68	2.00	160	56.50	0.17	9.49	38.78	1.43	154	160
131-132	4.32	2.00	160	56.50	0.17	9.49	39.30	1.43	152	160
132-133	5.72	2.00	160	56.50	0.17	9.49	39.30	1.43	152	160
133-134	7.60	2.00	160	56.50	0.17	9.49	39.30	1.43	152	160

Abreviaturas utilizadas			
L	*Comprimento medido nos desenhos*	Qs	*Caudal com simultaneidade (Qb x k)*
i	*Inclinação*	Y/D	*Taxa de ocupação*
D_{min}	*Diâmetro nominal mínimo*	v	*Velocidade*
Qb	*Caudal bruto*	D_{int}	*Diâmetro interior comercial*
K	*Coeficiente de simultaneidade*	D_{com}	*Diâmetro comercial*

Colectores										
Tramo	L (m)	i (%)	D_{min} (mm)	Cálculo hidráulico						
				Qb (l/s)	K	Qs (l/s)	Y/D (%)	v (m/s)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)
134-135	5.69	2.00	160	56.50	0.17	9.49	39.30	1.43	152	160
135-136	5.42	2.00	160	56.50	0.17	9.49	39.30	1.43	152	160
136-137	5.63	2.00	125	32.50	0.22	7.06	48.21	1.34	119	125
137-138	3.92	2.01	110	14.50	0.32	4.59	45.65	1.20	105	110
138-139	0.11	2.33	110	10.00	0.38	3.76	39.23	1.20	105	110
139-140	0.86	3.40	110	4.00	0.58	2.30	27.46	1.20	105	110
139-154	0.74	30.41	110	6.00	0.48	2.86	17.72	2.78	105	110
138-161	4.26	3.23	110	4.50	0.54	2.45	28.74	1.20	105	110
161-162	1.64	12.17	110	4.50	0.54	2.45	20.58	1.92	105	110
137-169	0.17	100.86	110	18.00	0.29	5.15	17.62	5.04	105	110
169-170	2.38	2.86	110	6.00	0.48	2.86	32.12	1.20	105	110
169-192	0.25	10.20	110	12.00	0.35	4.14	28.01	2.10	105	110
192-193	1.95	2.17	110	12.00	0.35	4.14	42.21	1.20	105	110
136-207	3.89	7.45	160	24.00	0.25	6.00	22.08	2.01	152	160

Abreviaturas utilizadas			
L	*Comprimento medido nos desenhos*	Qs	*Caudal com simultaneidade (Qb x k)*
i	*Inclinação*	Y/D	*Taxa de ocupação*
D_{min}	*Diâmetro nominal mínimo*	v	*Velocidade*
Qb	*Caudal bruto*	D_{int}	*Diâmetro interior comercial*
K	*Coeficiente de simultaneidade*	D_{com}	*Diâmetro comercial*

Ramal de ligação 1

Caixas de visita				
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	D_{sai} (mm)	Dimensões comerciais (cm)
2	4.32	2.01	160	80x80x95 cm
3	7.21	2.00	160	70x70x80 cm
5	4.26	2.00	160	50x50x50 cm
6	5.51	2.00	160	100x100x120 cm
7	5.24	2.00	160	100x100x110 cm
8	4.40	2.00	160	80x80x100 cm
9	4.36	2.00	160	80x80x90 cm
10	4.08	2.00	160	70x70x80 cm
11	3.73	2.00	160	60x60x70 cm
12	1.75	2.00	125	60x60x65 cm
55	1.96	2.43	110	50x50x60 cm
56	2.45	3.23	110	50x50x50 cm
128	3.84	2.00	160	60x60x70 cm
129	7.72	2.00	160	125x125x155 cm
130	6.28	2.00	160	125x125x140 cm
131	0.68	2.00	160	125x125x140 cm
132	4.32	2.00	160	125x125x130 cm

Abreviaturas utilizadas			
Ref.	*Referência em desenhos*	ic	*Inclinação do colector*
Ltr	*Distância entre caixas*	D_{sai}	*Diâmetro do colector de saída*

Caixas de visita				
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	D_{sai} (mm)	Dimensões comerciais (cm)
133	5.72	2.00	160	100x100x120 cm
134	7.60	2.00	160	100x100x105 cm
135	5.69	2.00	160	80x80x95 cm
136	5.42	2.00	160	70x70x85 cm
137	5.63	2.00	125	60x60x75 cm
138	3.92	2.01	110	60x60x65 cm
161	4.26	3.23	110	50x50x50 cm

Abreviaturas utilizadas			
Ref.	*Referência em desenhos*	ic	*Inclinação do colector*
Ltr	*Distância entre caixas*	D_{sai}	*Diâmetro do colector de saída*

2.- REDE DE ÁGUAS PLUVIAIS

Ramal de ligação 2

Sumidouros								
Tramo	A (m²)	L (m)	i (%)	D_{min} (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico	
							Y/D (%)	v (m/s)
245-246	64.69	8.76	3.65	75	104.93	1.00	43.70	1.20
249-250	140.98	19.09	3.92	90	104.93	1.00	49.90	1.50
261-262	340.35	20.37	7.25	110	104.93	1.00	49.96	2.36
262-263	181.47	23.26	6.48	90	104.93	1.00	49.94	1.93

Abreviaturas utilizadas			
A	*Área de descarga ao sumidouro*	I	*Intensidade de precipitação*
L	*Comprimento medido nos desenhos*	C	*Coeficiente de escoamento*
i	*Inclinação*	Y/D	*Taxa de ocupação*
D_{min}	*Diâmetro nominal mínimo*	v	*Velocidade*

Ramal de ligação 2

Tubos de queda								
Ref.	A (m²)	D_{min} (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico			
					Q (l/s)	f	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)
243-244	64.69	75	104.93	1.00	1.89	0.211	69	75
244-245	64.69	75	104.93	1.00	1.89	0.211	69	75
247-248	140.98	90	104.93	1.00	4.11	0.248	84	90
248-249	140.98	90	104.93	1.00	4.11	0.248	84	90
259-260	340.35	110	104.93	1.00	9.92	0.298	104	110
260-261	340.35	110	104.93	1.00	9.92	0.298	104	110

Abreviaturas utilizadas			
A	*Área de descarga ao tubo de queda*	Q	*Caudal*
D_{min}	*Diâmetro nominal mínimo*	f	*Taxa de ocupação*
I	*Intensidade de precipitação*	D_{int}	*Diâmetro interior comercial*
C	*Coeficiente de escoamento*	D_{com}	*Diâmetro comercial*

Ramal de ligação 2

Colectores								
Tramo	L (m)	i (%)	D_{min} (mm)	Q_c (l/s)	Cálculo hidráulico			
					Y/D (%)	v (m/s)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)
237-238	5.33	2.00	160	15.92	52.85	1.64	152	160
238-239	4.55	2.00	160	5.99	30.41	1.26	154	160
239-240	5.06	2.00	160	5.99	30.41	1.26	154	160
240-241	6.68	2.00	160	5.99	30.41	1.26	154	160
241-242	8.67	4.55	160	1.89	13.96	1.20	154	160
242-243	1.35	14.79	160	1.89	10.53	1.81	154	160
241-247	1.43	23.70	160	4.11	13.66	2.70	154	160
238-251	5.99	2.00	160	9.92	39.72	1.45	154	160
251-252	5.13	2.00	160	9.92	39.72	1.45	154	160
252-253	5.08	2.00	160	9.92	39.72	1.45	154	160
253-254	6.15	2.00	160	9.92	39.72	1.45	154	160
254-255	5.44	2.00	160	9.92	39.72	1.45	154	160
255-256	5.21	2.00	160	9.92	39.72	1.45	154	160
256-257	3.76	2.00	160	9.92	39.72	1.45	154	160
257-258	5.78	2.00	160	9.92	39.72	1.45	154	160
258-259	1.29	15.50	160	9.92	23.34	3.02	154	160

Abreviaturas utilizadas			
L	*Comprimento medido nos desenhos*	Y/D	*Taxa de ocupação*
i	*Inclinação*	v	*Velocidade*
D_{min}	*Diâmetro nominal mínimo*	D_{int}	*Diâmetro interior comercial*
Q_c	*Caudal calculado com simultaneidade*	D_{com}	*Diâmetro comercial*

Ramal de ligação 2

Caixas de visita				
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	D_{sai} (mm)	Dimensões comerciais (cm)
238	5.33	2.00	160	125x125x135 cm
239	4.55	2.00	160	100x100x115 cm
240	5.06	2.00	160	100x100x105 cm
241	6.68	2.00	160	80x80x90 cm
242	8.67	4.55	160	50x50x50 cm
251	5.99	2.00	160	100x100x125 cm
252	5.13	2.00	160	100x100x115 cm
253	5.08	2.00	160	100x100x105 cm
254	6.15	2.00	160	80x80x90 cm
255	5.44	2.00	160	70x70x80 cm
256	5.21	2.00	160	60x60x70 cm
257	3.76	2.00	160	50x50x60 cm
258	5.78	2.00	160	50x50x50 cm

Abreviaturas utilizadas			
Ref.	*Referência em desenhos*	ic	*Inclinação do colector*
Ltr	*Distância entre caixas*	D_{sai}	*Diâmetro do colector de saída*

Ramal de ligação 3

Sumidouros								
Tramo	A (m²)	L (m)	i (%)	D_{min} (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico	
							Y/D (%)	v (m/s)
286-287	63.44	8.59	3.70	75	104.93	1.00	43.06	1.20
294-295	65.33	8.85	3.62	75	104.93	1.00	44.04	1.20
301-302	105.43	11.47	6.11	75	104.93	1.00	49.88	1.65
308-309	144.80	15.75	4.13	90	104.93	1.00	49.92	1.54
315-316	177.06	19.26	6.17	90	104.93	1.00	49.93	1.88
348-349	158.62	20.33	4.96	90	104.93	1.00	49.91	1.69
359-360	93.26	10.14	4.78	75	104.93	1.00	49.88	1.46
366-367	148.38	16.14	4.34	90	104.93	1.00	49.91	1.58
373-374	175.66	19.11	6.07	90	104.93	1.00	49.94	1.87

Abreviaturas utilizadas			
A	*Área de descarga ao sumidouro*	I	*Intensidade de precipitação*
L	*Comprimento medido nos desenhos*	C	*Coeficiente de escoamento*
i	*Inclinação*	Y/D	*Taxa de ocupação*
D_{min}	*Diâmetro nominal mínimo*	v	*Velocidade*

Ramal de ligação 3

Tubos de queda								
Ref.	A (m²)	D_{min} (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico			
					Q (l/s)	f	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)
284-285	63.44	75	104.93	1.00	1.85	0.208	69	75
285-286	63.44	75	104.93	1.00	1.85	0.208	69	75
292-293	65.33	75	104.93	1.00	1.90	0.212	69	75
293-294	65.33	75	104.93	1.00	1.90	0.212	69	75
296-297	105.43	75	104.93	1.00	3.07	0.283	69	75
297-298	105.43	75	104.93	1.00	3.07	0.283	69	75
298-299	105.43	75	104.93	1.00	3.07	0.283	69	75
299-300	105.43	75	104.93	1.00	3.07	0.283	69	75
300-301	105.43	75	104.93	1.00	3.07	0.283	69	75
303-304	144.80	90	104.93	1.00	4.22	0.252	84	90
304-305	144.80	90	104.93	1.00	4.22	0.252	84	90
305-306	144.80	90	104.93	1.00	4.22	0.252	84	90
306-307	144.80	90	104.93	1.00	4.22	0.252	84	90
307-308	144.80	90	104.93	1.00	4.22	0.252	84	90
310-311	177.06	90	104.93	1.00	5.16	0.284	84	90
311-312	177.06	90	104.93	1.00	5.16	0.284	84	90
312-313	177.06	90	104.93	1.00	5.16	0.284	84	90
313-314	177.06	90	104.93	1.00	5.16	0.284	84	90
314-315	177.06	90	104.93	1.00	5.16	0.284	84	90
346-347	158.62	90	104.93	1.00	4.62	0.266	84	90

Abreviaturas utilizadas			
A	*Área de descarga ao tubo de queda*	Q	*Caudal*
D_{min}	*Diâmetro nominal mínimo*	f	*Taxa de ocupação*
I	*Intensidade de precipitação*	D_{int}	*Diâmetro interior comercial*
C	*Coeficiente de escoamento*	D_{com}	*Diâmetro comercial*

Tubos de queda								
Ref.	A (m²)	D_{min} (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico			
					Q (l/s)	f	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)
347-348	158.62	90	104.93	1.00	4.62	0.266	84	90
351-352	119.94	75	104.93	1.00	3.50	0.306	69	75
352-353	119.94	75	104.93	1.00	3.50	0.306	69	75
354-355	93.26	75	104.93	1.00	2.72	0.263	69	75
355-356	93.26	75	104.93	1.00	2.72	0.263	69	75
356-357	93.26	75	104.93	1.00	2.72	0.263	69	75
357-358	93.26	75	104.93	1.00	2.72	0.263	69	75
358-359	93.26	75	104.93	1.00	2.72	0.263	69	75
361-362	148.38	90	104.93	1.00	4.33	0.255	84	90
362-363	148.38	90	104.93	1.00	4.33	0.255	84	90
363-364	148.38	90	104.93	1.00	4.33	0.255	84	90
364-365	148.38	90	104.93	1.00	4.33	0.255	84	90
365-366	148.38	90	104.93	1.00	4.33	0.255	84	90
368-369	175.66	90	104.93	1.00	5.12	0.283	84	90
369-370	175.66	90	104.93	1.00	5.12	0.283	84	90
370-371	175.66	90	104.93	1.00	5.12	0.283	84	90
371-372	175.66	90	104.93	1.00	5.12	0.283	84	90
372-373	175.66	90	104.93	1.00	5.12	0.283	84	90

Abreviaturas utilizadas			
A	*Área de descarga ao tubo de queda*	Q	*Caudal*
D_{min}	*Diâmetro nominal mínimo*	f	*Taxa de ocupação*
I	*Intensidade de precipitação*	D_{int}	*Diâmetro interior comercial*
C	*Coeficiente de escoamento*	D_{com}	*Diâmetro comercial*

Ramal de ligação 3

Colectores								
Tramo	L (m)	i (%)	D_{min} (mm)	Q_c (l/s)	Cálculo hidráulico			
					Y/D (%)	v (m/s)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)
264-265	11.61	2.00	200	36.49	61.17	2.00	190	200
265-266	2.66	2.00	160	16.21	52.54	1.64	154	160
266-267	2.52	2.00	160	16.21	52.54	1.64	154	160
267-268	2.35	2.00	160	16.21	52.54	1.64	154	160
268-269	1.60	2.00	160	16.21	52.54	1.64	154	160
269-270	1.69	2.33	125	16.21	81.86	1.67	119	125
270-271	2.03	2.14	110	11.05	81.73	1.47	105	110
271-272	2.83	2.14	110	11.05	81.73	1.47	105	110
272-273	2.82	2.14	110	11.05	81.73	1.47	105	110
273-274	2.01	2.14	110	11.05	81.73	1.47	105	110
274-275	2.78	2.14	110	11.05	81.73	1.47	105	110

Abreviaturas utilizadas			
L	*Comprimento medido nos desenhos*	Y/D	*Taxa de ocupação*
i	*Inclinação*	v	*Velocidade*
D_{min}	*Diâmetro nominal mínimo*	D_{int}	*Diâmetro interior comercial*
Q_c	*Caudal calculado com simultaneidade*	D_{com}	*Diâmetro comercial*

Colectores								
Tramo	L (m)	i (%)	D_{min} (mm)	Q_c (l/s)	Cálculo hidráulico			
					Y/D (%)	v (m/s)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)
275-276	4.42	2.14	110	11.05	81.73	1.47	105	110
276-277	3.77	2.00	110	6.83	58.01	1.32	105	110
277-278	4.15	2.00	110	6.83	58.01	1.32	105	110
278-279	3.71	2.00	110	6.83	58.01	1.32	105	110
279-280	1.10	2.00	110	6.83	58.01	1.32	105	110
280-281	1.99	2.33	110	3.75	39.20	1.20	105	110
281-282	2.82	2.33	110	3.75	39.20	1.20	105	110
282-283	1.48	2.33	110	3.75	39.20	1.20	105	110
283-284	0.41	70.31	110	1.85	11.72	3.28	105	110
283-288	2.42	3.96	110	1.90	24.01	1.20	105	110
288-289	1.71	3.96	110	1.90	24.01	1.20	105	110
289-290	2.08	3.96	110	1.90	24.01	1.20	105	110
290-291	1.51	3.96	110	1.90	24.01	1.20	105	110
291-292	0.67	29.76	110	1.90	14.62	2.45	105	110
280-296	1.69	26.03	110	3.07	19.08	2.69	105	110
276-303	0.60	131.27	110	4.22	15.01	5.22	105	110
270-310	0.75	160.84	110	5.16	15.75	5.95	105	110
265-317	1.89	2.00	160	20.28	60.48	1.73	154	160
317-318	1.33	2.00	160	20.28	60.48	1.73	154	160
318-319	2.04	2.00	160	20.28	60.48	1.73	154	160
319-320	1.47	2.00	160	15.16	50.49	1.62	154	160
320-321	2.96	2.04	125	15.16	81.84	1.56	119	125
321-322	4.22	2.04	125	15.16	81.84	1.56	119	125
322-323	2.81	2.04	125	15.16	81.84	1.56	119	125
323-324	4.24	2.04	125	15.16	81.84	1.56	119	125
324-325	3.19	2.04	125	15.16	81.84	1.56	119	125
325-326	3.55	2.06	110	10.84	81.73	1.44	105	110
326-327	4.06	2.06	110	10.84	81.73	1.44	105	110
327-328	4.17	2.06	110	10.84	81.73	1.44	105	110
328-329	2.88	2.06	110	10.84	81.73	1.44	105	110
329-330	0.84	2.06	110	10.84	81.73	1.44	105	110
330-331	1.46	2.00	110	4.62	45.93	1.20	105	110
331-332	1.22	2.00	110	4.62	45.93	1.20	105	110
332-333	2.36	2.00	110	4.62	45.93	1.20	105	110
333-334	2.37	2.00	110	4.62	45.93	1.20	105	110
334-335	1.66	2.00	110	4.62	45.93	1.20	105	110
335-336	1.88	2.00	110	4.62	45.93	1.20	105	110
336-337	1.79	2.00	110	4.62	45.93	1.20	105	110
337-338	1.66	2.00	110	4.62	45.93	1.20	105	110
338-339	1.63	2.00	110	4.62	45.93	1.20	105	110

Abreviaturas utilizadas			
L	*Comprimento medido nos desenhos*	Y/D	*Taxa de ocupação*
i	*Inclinação*	v	*Velocidade*
D_{min}	*Diâmetro nominal mínimo*	D_{int}	*Diâmetro interior comercial*
Q_c	*Caudal calculado com simultaneidade*	D_{com}	*Diâmetro comercial*

Colectores								
Tramo	L (m)	i (%)	D_{min} (mm)	Q_c (l/s)	Cálculo hidráulico			
					Y/D (%)	v (m/s)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)
339-340	1.99	2.00	110	4.62	45.93	1.20	105	110
340-341	2.37	2.00	110	4.62	45.93	1.20	105	110
341-342	2.25	2.00	110	4.62	45.93	1.20	105	110
342-343	2.51	2.00	110	4.62	45.93	1.20	105	110
343-344	1.98	2.00	110	4.62	45.93	1.20	105	110
344-345	1.29	2.00	110	4.62	45.93	1.20	105	110
345-346	0.59	33.97	110	4.62	21.86	3.33	105	110
330-350	0.09	978.91	110	6.21	11.15	11.84	105	110
350-351	0.32	7.24	110	3.50	28.03	1.77	105	110
350-354	0.78	2.98	110	2.72	30.95	1.20	105	110
325-361	1.14	109.00	110	4.33	15.89	4.92	105	110
319-368	0.96	165.51	160	5.12	9.53	5.70	154	160

Abreviaturas utilizadas			
L	*Comprimento medido nos desenhos*	Y/D	*Taxa de ocupação*
i	*Inclinação*	v	*Velocidade*
D_{min}	*Diâmetro nominal mínimo*	D_{int}	*Diâmetro interior comercial*
Q_c	*Caudal calculado com simultaneidade*	D_{com}	*Diâmetro comercial*

Ramal de ligação 3

Caixas de visita				
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	D_{sai} (mm)	Dimensões comerciais (cm)
265	11.61	2.00	200	125x125x130 cm
266	2.66	2.00	160	80x80x100 cm
267	2.52	2.00	160	80x80x95 cm
268	2.35	2.00	160	80x80x90 cm
269	1.60	2.00	160	70x70x85 cm
270	1.69	2.33	125	60x60x65 cm
271	2.03	2.14	110	50x50x60 cm
272	2.83	2.14	110	125x125x155 cm
273	2.82	2.14	110	125x125x150 cm
274	2.01	2.14	110	125x125x145 cm
275	2.78	2.14	110	125x125x140 cm
276	4.42	2.14	110	125x125x130 cm
277	3.77	2.00	110	100x100x120 cm
278	4.15	2.00	110	100x100x110 cm
279	3.71	2.00	110	80x80x100 cm
280	1.10	2.00	110	80x80x95 cm
281	1.99	2.33	110	80x80x90 cm
282	2.82	2.33	110	70x70x85 cm
283	1.48	2.33	110	70x70x80 cm
288	2.42	3.96	110	60x60x70 cm

Abreviaturas utilizadas			
Ref.	*Referência em desenhos*	ic	*Inclinação do colector*
Ltr	*Distância entre caixas*	D_{sai}	*Diâmetro do colector de saída*

Caixas de visita				
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	D_{sai} (mm)	Dimensões comerciais (cm)
289	1.71	3.96	110	60x60x65 cm
290	2.08	3.96	110	50x50x55 cm
291	1.51	3.96	110	50x50x50 cm
317	1.89	2.00	160	100x100x125 cm
318	1.33	2.00	160	100x100x120 cm
319	2.04	2.00	160	100x100x115 cm
320	1.47	2.00	160	100x100x110 cm
321	2.96	2.04	125	100x100x105 cm
322	4.22	2.04	125	80x80x95 cm
323	2.81	2.04	125	80x80x90 cm
324	4.24	2.04	125	70x70x80 cm
325	3.19	2.04	125	60x60x75 cm
326	3.55	2.06	110	60x60x65 cm
327	4.06	2.06	110	125x125x155 cm
328	4.17	2.06	110	125x125x145 cm
329	2.88	2.06	110	125x125x140 cm
330	0.84	2.06	110	125x125x140 cm
331	1.46	2.00	110	125x125x135 cm
332	1.22	2.00	110	125x125x130 cm
333	2.36	2.00	110	100x100x125 cm
334	2.37	2.00	110	100x100x120 cm
335	1.66	2.00	110	100x100x115 cm
336	1.88	2.00	110	100x100x110 cm
337	1.79	2.00	110	100x100x105 cm
338	1.66	2.00	110	70x70x85 cm
339	1.63	2.00	110	70x70x80 cm
340	1.99	2.00	110	60x60x75 cm
341	2.37	2.00	110	60x60x70 cm
342	2.25	2.00	110	60x60x65 cm
343	2.51	2.00	110	50x50x60 cm
344	1.98	2.00	110	50x50x55 cm
345	1.29	2.00	110	50x50x50 cm

Abreviaturas utilizadas			
Ref.	*Referência em desenhos*	ic	*Inclinação do colector*
Ltr	*Distância entre caixas*	D_{sai}	*Diâmetro do colector de saída*

1.- MEMÓRIA DESCRITIVA

1.- MEMÓRIA DESCRITIVA

1.1.- Objectivo do projecto

O objectivo deste projecto técnico é especificar todos e cada um dos elementos que compõem a instalação de drenagem de águas, assim como justificar, através dos correspondentes cálculos, o cumprimento do 'Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais'.

1.2.- Titular

Nome ou Razão Social:

NIPC/NIF:

Morada:

Localidade:

CP: Distrito:

Telefone: Fax:

1.3.- Localização

PLANO GERAL DA LOCALIZAÇÃO DO EDIFÍCIO

1.4.- Legislação aplicável

Na realização do projecto teve-se em consideração a norma Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais, assim como a norma de cálculo EN 12056 e as normas de especificações técnicas de execução EN 752 e EN 476.

1.5.- Descrição da instalação

1.5.1.- Descrição geral

Tipo de projecto: Edifício de uso docente

1.6.- Características da instalação

1.6.1.- Tubagens para águas residuais

1.6.1.1.- Ramal de descarga

Ramal de descarga, colocado superficialmente, de PVC, série B, segundo NP EN 1329-1, união colada com adesivo.

1.6.1.2.- Tubos de queda

Tubo de queda interior da rede de drenagem de águas residuais, de PVC, série B, segundo NP EN 1329-1, união colada com adesivo.

Tubagem para ventilação primária da rede de drenagem de águas, de PVC, união colada com adesivo.

1.6.1.3.- Colectores

Colector enterrado de saneamento, sem caixas, através de sistema integral registável, de tubo de PVC liso, série SN-2, rigidez anelar nominal 2 kN/m², segundo NP EN 1401-1, com junta elástica.

Colector enterrado em ensoleiramento, sem caixas, através de sistema integral registável, em ensoleiramento geral, de tubo de PVC liso, série SN-4, rigidez anelar nominal 4 kN/m², segundo NP EN 1401-1, com junta elástica.

1.6.1.4.- Ramal de ligação

Ramal de ligação geral de saneamento à rede geral do município, de tubo de PVC liso, série SN-4, rigidez anelar nominal 4 kN/m², segundo NP EN 1401-1, colado com adesivo.

1.6.2.- Tubagens para águas pluviais

1.6.2.1.- Tubos de queda

Tubo de queda interior da rede de drenagem de águas pluviais, de PVC, série B, segundo NP EN 1329-1, união colada com adesivo.

1.6.2.2.- Calhas de drenagem

Calha pré-fabricada de betão polímero com grelha travejada de aço galvanizado, classe B-125 segundo NP EN 124.

1.6.2.3.- Colectores

Colector enterrado de saneamento, sem caixas, através de sistema integral registável, de tubo de PVC liso, série SN-2, rigidez anelar nominal 2 kN/m², segundo NP EN 1401-1, com junta elástica.

Colector enterrado em ensoleiramento, sem caixas, através de sistema integral registável, em ensoleiramento geral, de tubo de PVC liso, série SN-4, rigidez anelar nominal 4 kN/m², segundo NP EN 1401-1, com junta elástica.

1.6.2.4.- Ramal de ligação

Ramal de ligação geral de saneamento à rede geral do município, de tubo de PVC liso, série SN-4, rigidez anelar nominal 4 kN/m², segundo NP EN 1401-1, colado com adesivo.

4.- MEDIÇÃO E ORÇAMENTO

ÍNDICE

1. MAPA DE TRABALHOS
2. MAPA DE TRABALHOS DETALHADO
3. ORÇAMENTO
4. ORÇAMENTO DETALHADO
5. ORÇAMENTO (COM DETALHE DA COMPOSIÇÃO)
6. QUADRO DE MÃO DE OBRA
7. QUADRO DE MATERIAIS

3. ORÇAMENTO

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UN	QUANT.	PREÇO €	IMPORTÂNCIA €
A	Acondicionamento do terreno				
AS	Redes de drenagem horizontais				
ASA010	Caixa de passagem, visitável, de alvenaria, de dimensões interiores 50x50x50 cm, com tampa pré-fabricada de betão armado, sobre base de betão simples.	Ud	7,00	102,67	718,69
ASA010b	Caixa de passagem, visitável, de alvenaria, de dimensões interiores 50x50x55 cm, com tampa pré-fabricada de betão armado, sobre base de betão simples.	Ud	2,00	103,02	206,04
ASA010c	Caixa de passagem, visitável, de alvenaria, de dimensões interiores 50x50x60 cm, com tampa pré-fabricada de betão armado, sobre base de betão simples.	Ud	4,00	103,52	414,08
ASA010d	Caixa de passagem, visitável, de alvenaria, de dimensões interiores 60x60x65 cm, com tampa pré-fabricada de betão armado, sobre base de betão simples.	Ud	6,00	121,59	729,54
ASA010e	Caixa de passagem, visitável, de alvenaria, de dimensões interiores 60x60x70 cm, com tampa pré-fabricada de betão armado, sobre base de betão simples.	Ud	5,00	122,69	613,45
ASA010f	Caixa de passagem, visitável, de alvenaria, de dimensões interiores 60x60x75 cm, com tampa pré-fabricada de betão armado, sobre base de betão simples.	Ud	3,00	123,23	369,69
ASA010g	Caixa de passagem, visitável, de alvenaria, de dimensões interiores 70x70x80 cm, com tampa pré-fabricada de betão armado, sobre base de betão simples.	Ud	6,00	142,46	854,76
ASA010h	Caixa de passagem, visitável, de alvenaria, de dimensões interiores 70x70x85 cm, com tampa pré-fabricada de betão armado, sobre base de betão simples.	Ud	4,00	145,58	582,32
ASA010i	Caixa de passagem, visitável, de alvenaria, de dimensões interiores 80x80x90 cm, com tampa pré-fabricada de betão armado, sobre base de betão simples.	Ud	6,00	168,19	1.009,14
ASA010j	Caixa de passagem, visitável, de alvenaria, de dimensões interiores 80x80x95 cm, com tampa pré-fabricada de betão armado, sobre base de betão simples.	Ud	5,00	169,26	846,30
ASA010k	Caixa de passagem, visitável, de alvenaria, de dimensões interiores 80x80x100 cm, com tampa pré-fabricada de betão armado, sobre base de betão simples.	Ud	3,00	170,50	511,50
ASA010l	Caixa de passagem, visitável, de alvenaria, de dimensões interiores 100x100x105 cm, com tampa pré-fabricada de betão armado, sobre base de betão simples.	Ud	5,00	240,85	1.204,25

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UN	QUANT.	PREÇO €	IMPORTÂNCIA €
ASA010m	Caixa de passagem, visitável, de alvenaria, de dimensões interiores 100x100x110 cm, com tampa pré-fabricada de betão armado, sobre base de betão simples.	Ud	4,00	244,97	979,88
ASA010n	Caixa de passagem, visitável, de alvenaria, de dimensões interiores 100x100x115 cm, com tampa pré-fabricada de betão armado, sobre base de betão simples.	Ud	4,00	246,63	986,52
ASA010o	Caixa de passagem, visitável, de alvenaria, de dimensões interiores 100x100x120 cm, com tampa pré-fabricada de betão armado, sobre base de betão simples.	Ud	5,00	249,41	1.247,05
ASA010p	Caixa de passagem, visitável, de alvenaria, de dimensões interiores 100x100x125 cm, com tampa pré-fabricada de betão armado, sobre base de betão simples.	Ud	3,00	251,84	755,52
ASA010q	Caixa de passagem, visitável, de alvenaria, de dimensões interiores 125x125x130 cm, com tampa pré-fabricada de betão armado, sobre base de betão simples.	Ud	4,00	339,84	1.359,36
ASA010r	Caixa de passagem, visitável, de alvenaria, de dimensões interiores 125x125x135 cm, com tampa pré-fabricada de betão armado, sobre base de betão simples.	Ud	2,00	341,62	683,24
ASA010s	Caixa de passagem, visitável, de alvenaria, de dimensões interiores 125x125x140 cm, com tampa pré-fabricada de betão armado, sobre base de betão simples.	Ud	5,00	343,24	1.716,20
ASA010t	Caixa de passagem, visitável, de alvenaria, de dimensões interiores 125x125x145 cm, com tampa pré-fabricada de betão armado, sobre base de betão simples.	Ud	2,00	345,02	690,04
ASA010u	Caixa de passagem, visitável, de alvenaria, de dimensões interiores 125x125x150 cm, com tampa pré-fabricada de betão armado, sobre base de betão simples.	Ud	1,00	350,09	350,09
ASA010v	Caixa de passagem, visitável, de alvenaria, de dimensões interiores 125x125x155 cm, com tampa pré-fabricada de betão armado, sobre base de betão simples.	Ud	3,00	351,89	1.055,67
ASB010	Ramal de ligação geral de saneamento à rede geral do município, de PVC liso, série SN-4, rigidez anelar nominal 4 kN/m², de 160 mm de diâmetro, colado com adesivo.	m	9,66	58,08	561,05
ASB010b	Ramal de ligação geral de saneamento à rede geral do município, de PVC liso, série SN-4, rigidez anelar nominal 4 kN/m², de 200 mm de diâmetro, colado com adesivo.	m	11,61	71,95	835,34
ASB020	Ligação do ramal de ligação do edifício à rede geral de saneamento do município.	Ud	3,00	162,77	488,31

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UN	QUANT.	PREÇO €	IMPORTÂNCIA €
ASC010	Colector enterrado de saneamento, sem caixas, através de sistema integral registável, de PVC liso, série SN-2, rigidez anelar nominal 2 kN/m², de 160 mm de diâmetro, com junta elástica.	m	115,33	21,94	2.530,34
ASC020	Colector enterrado em ensoleiramento, sem caixas, através de sistema integral registável, em ensoleiramento geral, de PVC liso, série SN-4, rigidez anelar nominal 4 kN/m², de 110 mm de diâmetro, com junta elástica.	m	126,05	9,07	1.143,27
ASC020b	Colector enterrado em ensoleiramento, sem caixas, através de sistema integral registável, em ensoleiramento geral, de PVC liso, série SN-4, rigidez anelar nominal 4 kN/m², de 125 mm de diâmetro, com junta elástica.	m	26,49	11,52	305,16
ASC020c	Colector enterrado em ensoleiramento, sem caixas, através de sistema integral registável, em ensoleiramento geral, de PVC liso, série SN-4, rigidez anelar nominal 4 kN/m², de 160 mm de diâmetro, com junta elástica.	m	65,08	17,37	1.130,44
ASI050	Calha pré-fabricada de betão polímero, de 1000 mm de comprimento, 100 mm de largura e 85 mm de altura com grelha travejada de aço galvanizado, classe B-125 segundo NP EN 124, de 1000 mm de comprimento.	m	216,51	47,10	10.197,62
				Total AS	35.074,86
				Total A	35.074,86
I	Instalações				
IS	Drenagem de águas				
ISB010	Tubo de queda interior da rede de drenagem de águas residuais, formada por tubo de PVC, série B, de 75 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	m	73,53	12,87	946,33
ISB010b	Tubo de queda interior da rede de drenagem de águas residuais, formada por tubo de PVC, série B, de 90 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	m	17,56	17,15	301,15
ISB010c	Tubo de queda interior da rede de drenagem de águas residuais, formada por tubo de PVC, série B, de 110 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	m	38,41	19,68	755,91
ISB010d	Tubo de queda interior da rede de drenagem de águas residuais, formada por tubo de PVC, série B, de 160 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	m	38,20	28,63	1.093,67
ISB010e	Tubo de queda interior da rede de drenagem de águas pluviais, formada por tubo de PVC, série B, de 75 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	m	68,82	10,62	730,87
ISB010f	Tubo de queda interior da rede de drenagem de águas pluviais, formada por tubo de PVC, série B, de 90 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	m	90,31	14,23	1.285,11
ISB010g	Tubo de queda interior da rede de drenagem de águas pluviais, formada por tubo de PVC, série B, de 110 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	m	8,22	16,24	133,49

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UN	QUANT.	PREÇO €	IMPORTÂNCIA €
ISB040	Tubagem para ventilação primária da rede de drenagem de águas, formada por PVC, de 75 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	m	19,20	4,34	83,33
ISB044	Chapéu de ventilação de PVC, de 75 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	Ud	7,00	16,89	118,23
ISB044b	Chapéu de ventilação de PVC, de 90 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	Ud	2,00	16,91	33,82
ISB044c	Chapéu de ventilação de PVC, de 110 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	Ud	2,00	16,84	33,68
ISB044d	Chapéu de ventilação de PVC, de 160 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	Ud	2,00	33,14	66,28
ISD005	Ramal de descarga, colocado superficialmente, de PVC, série B, de 40 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	m	60,79	6,84	415,80
ISD005b	Ramal de descarga, colocado superficialmente, de PVC, série B, de 50 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	m	1,21	8,34	10,09
ISD005c	Ramal de descarga, colocado superficialmente, de PVC, série B, de 75 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	m	101,04	11,48	1.159,94
ISD005d	Ramal de descarga, colocado superficialmente, de PVC, série B, de 90 mm de diâmetro, união colada com adesivo.	m	60,50	15,23	921,42
ISD008	Sifão de pavimento de PVC, de 90 mm de diâmetro, com tampa cega de aço inoxidável, colocado superficialmente sob a laje.	Ud	28,00	16,24	454,72
ISD008b	Sifão de pavimento de PVC, de 90 mm de diâmetro, com tampa cega de aço inoxidável, embebido.	Ud	6,00	8,45	50,70
				Total IS	8.594,54
				Total I	8.594,54

ORÇAMENTO DE CONCURSO

Nº	CAPÍTULO	IMPORTÂNCIA (€)
1	ACONDICIONAMENTO DO TERRENO	35.074,86
2	INSTALAÇÕES	8.594,54
Orçamento de execução material		43.669,40
IVA: 23.00 %		10.043,96
Orçamento de concurso		53.713,36

Importa o Orçamento de concurso a quantidade de CINQUENTA E TRÊS MIL SETECENTOS E TREZE EUROS E TRINTA E SEIS CÊNTIMOS

QUADRO DE MATERIAIS

Nº	CÓDIGO	DESIGNAÇÃO	QUANTIDADE
1	mt01ara010	Areia de 0 a 5 mm de diâmetro.	48,57 m³
2	mt01are010a	Brita de pedreira de pedra calcária, de 40 a 70 mm de diâmetro.	695,53 m³
3	mt01arl030	Argila expandida, de 350 kg/m³ de densidade e granulometria compreendida entre 8 e 16 mm, fornecida em sacos.	179,90 m³
4	mt04lpt010b	Tijolo cerâmico furado duplo, para revestir, 30x20x7 cm, segundo NP EN 771-1.	51.418,25 Ud
5	mt04lpt010c	Tijolo cerâmico furado duplo, para revestir, 30x20x9 cm, segundo NP EN 771-1.	13.903,80 Ud
6	mt04lpt010d	Tijolo cerâmico furado duplo, para revestir, 30x20x11 cm, segundo NP EN 771-1.	74.728,58 Ud
7	mt04lpt010e	Tijolo cerâmico furado triplo, para revestir, 30x20x15 cm, segundo NP EN 771-1.	55.051,92 Ud
8	mt07aco040b	Aço em varões nervurados, A400 NR, elaborado em oficina e colocado em obra, diâmetros vários.	70.831,37 kg
9	mt07ame020ddc	Malha electrossoldada AR42 100x300 mm, com arames longitudinais de 4,2 mm de diâmetro e arames transversais de 4,2 mm de diâmetro, aço A500 EL.	6.821,97 m²
10	mt07bvp010e	Abobadilha de betão, 40x16x20 cm, inclusive p/p de peças especiais.	48.839,10 Ud
11	mt07vpt010	Vigota pré-esforçada de secção em "T" invertido, segundo NP EN 15037-1.	14.016,05 m
12	mt08aaa010a	Água.	43,14 m³
13	mt08efu020a	Sistema de cofragem parcial para laje aligeirada de betão armado, até 3 m de altura livre de piso, composta de: escoras, travessas metálicas e superfície cofrante de madeira tratada reforçada com varões e perfis.	6.821,97 m²
14	mt09lec020b	Leitada de cimento 1/3 CEM II/B-L 32,5 N.	17,99 m³
15	mt09mcr021g	Cimento cola normal, C1 segundo NP EN 12004, cor cinzento.	7.195,80 kg
16	mt09mcr070a	Argamassa de juntas cimentosa com resistência elevada à abrasão e absorção de água reduzida, CG2, para junta aberta entre 3 e 15 mm, segundo EN 13888.	539,69 kg
17	mt09mif010cb	Argamassa industrial para alvenaria, de cimento, cor cinzento, categoria M-5 (resistência à compressão 5 N/mm²), fornecida a granel, segundo EN 998-2.	195,44 t
18	mt09mor010c	Argamassa de cimento CEM II/B-L 32,5 N tipo M-5, confeccionada em obra com 230 kg/m³ de cimento e uma proporção em volume 1/6.	159,79 m³
19	mt09mor010f	Argamassa de cimento CEM II/B-L 32,5 N tipo M-15, confeccionada em obra com 400 kg/m³ de cimento e uma proporção em volume 1/3.	5,82 m³
20	mt10haf020fAEc	Betão C25/30 (XC1(P) D12; S3; Cl 0,4), fabricado em central, segundo NP EN 206-1.	576,77 m³
21	mt10hmf020B	Betão simples C30/37 (X0(P); D25; S2; Cl 0,4), fabricado em central, segundo NP EN 206-1.	26,18 m³
22	mt10hmf020b	Betão simples C12/15 (X0(P); D12; S3; Cl 1,0), fabricado em central, segundo NP EN 206-1.	331,96 m³
23	mt10hmf020p	Betão simples C20/25 (X0(P); D25; S2; Cl 1,0), fabricado em central, segundo NP EN 206-1.	10,93 m³
24	mt11arf010b	Tampa de betão armado pré-fabricada, 60x60x5 cm.	13,00 Ud
25	mt11arf010c	Tampa de betão armado pré-fabricada, 70x70x5 cm.	14,00 Ud
26	mt11arf010e	Tampa de betão armado pré-fabricada, 85x85x5 cm.	10,00 Ud
27	mt11arf010f	Tampa de betão armado pré-fabricada, 96x96x5 cm.	14,00 Ud
28	mt11arf010g	Tampa de betão armado pré-fabricada, 118x118x15 cm.	21,00 Ud
29	mt11arf010h	Tampa de betão armado pré-fabricada, 150x150x15 cm.	17,00 Ud
30	mt11arp050c	Tampa de PVC, para caixas de abastecimento de água de 30x30 cm.	1,00 Ud

31	mt11arp100a	Caixa de passagem de polipropileno, 30x30x30 cm.	1,00 Ud
32	mt11can110a	Calha pré-fabricada de betão polímero, de 1000 mm de comprimento, 100 mm de largura e 85 mm de altura, inclusive p/p de peças especiais.	216,51 Ud
33	mt11can120a	Grelha travejada de aço galvanizado, classe B-125 segundo NP EN 124, de 1000 mm de comprimento e 100 mm de largura, para calha pré-fabricada de betão polímero, inclusive p/p de elementos de fixação.	216,51 Ud
34	mt11tpb020c	Tubo de PVC liso, para saneamento enterrado sem pressão, série SN-2, rigidez anelar nominal 2 kN/m², de 160 mm de diâmetro exterior e 3,2 mm de espessura, segundo NP EN 1401-1, inclusive juntas e lubrificante.	121,10 m
35	mt11tpb020j	Tubo de PVC liso, para saneamento enterrado sem pressão, série SN-4, rigidez anelar nominal 4 kN/m², de 110 mm de diâmetro exterior e 2,7 mm de espessura, segundo NP EN 1401-1, inclusive juntas e lubrificante.	132,35 m
36	mt11tpb020k	Tubo de PVC liso, para saneamento enterrado sem pressão, série SN-4, rigidez anelar nominal 4 kN/m², de 125 mm de diâmetro exterior e 3,1 mm de espessura, segundo NP EN 1401-1, inclusive juntas e lubrificante.	27,81 m
37	mt11tpb020l	Tubo de PVC liso, para saneamento enterrado sem pressão, série SN-4, rigidez anelar nominal 4 kN/m², de 160 mm de diâmetro exterior e 3,9 mm de espessura, segundo NP EN 1401-1, inclusive juntas e lubrificante.	68,33 m
38	mt11tpb021c	Repercussão, por m de tubagem, de acessórios, uniões e peças especiais para tubo de PVC liso, para saneamento enterrado sem pressão, série SN-2, de 160 mm de diâmetro exterior.	115,33 Ud
39	mt11tpb021j	Repercussão, por m de tubagem, de acessórios, uniões e peças especiais para tubo de PVC liso, para saneamento enterrado sem pressão, série SN-4, de 110 mm de diâmetro exterior.	252,10 Ud
40	mt11tpb021k	Repercussão, por m de tubagem, de acessórios, uniões e peças especiais para tubo de PVC liso, para saneamento enterrado sem pressão, série SN-4, de 125 mm de diâmetro exterior.	52,98 Ud
41	mt11tpb021l	Repercussão, por m de tubagem, de acessórios, uniões e peças especiais para tubo de PVC liso, para saneamento enterrado sem pressão, série SN-4, de 160 mm de diâmetro exterior.	130,16 Ud
42	mt11tpb030c	Tubo de PVC liso, para saneamento enterrado sem pressão, série SN-4, rigidez anelar nominal 4 kN/m², de 160 mm de diâmetro exterior e 4 mm de espessura, segundo NP EN 1401-1.	10,14 m
43	mt11tpb030d	Tubo de PVC liso, para saneamento enterrado sem pressão, série SN-4, rigidez anelar nominal 4 kN/m², de 200 mm de diâmetro exterior e 4,9 mm de espessura, segundo NP EN 1401-1.	12,19 m
44	mt11var009	Líquido de limpeza para colagem com adesivo de tubos e acessórios de PVC.	17,17 l
45	mt11var010	Cola para tubos e acessórios de PVC.	10,30 l
46	mt11var020	Material auxiliar para saneamento.	649,53 Ud
47	mt11var100	Conjunto de elementos necessários para garantir o fecho hermético à passagem de maus odores em caixas de saneamento, composto por: angulares e chapas metálicas com os seus elementos de fixação e ancoragem, junta de neopreno, óleo e outros acessórios.	89,00 Ud
48	mt11var110	Conjunto de peças de PVC para realizar no fundo da caixa de passagem, as aberturas correspondentes.	89,00 Ud
49	mt11var200	Material para execução de junta flexível na união do ramal de ligação à câmara de inspecção.	3,00 Ud
50	mt14gsa020c	Geotêxtil não tecido composto por fibras de poliéster entrelaçadas, com uma resistência à tracção longitudinal de 2 kN/m, uma resistência à tracção transversal de 2 kN/m, uma abertura de cone ao ensaio de perfuração dinâmica segundo NP EN ISO 13433 inferior a 27 mm, resistência CBR ao punçoamento 0,4 kN e uma massa superficial de 200 g/m², segundo EN 13252.	1.888,90 m²

51	mt14lba010d	Camada de betume modificado com elastómero SBS, EN 13707, LBM(SBS)-40/FP (160), com armadura de feltro de poliéster não tecido de 160 g/m², de superfície não protegida.	1.978,85 m²
52	mt15sja100	Cartucho de pasta de silicone neutro.	0,53 Ud
53	mt16aaa030	Fita autocolante para vedação de juntas.	2.859,14 m
54	mt16aaa040	Repercussão de cimento cola, para fixação por pontos, de painéis isolantes em paramentos verticais.	3.060,61 m²
55	mt16lra020nk	Painel semi-rígido de lã mineral, segundo EN 13162, não revestido, de 40 mm de espessura, resistência térmica 1,1 m²°C/W, condutibilidade térmica 0,035 W/(m°C).	3.213,64 m²
56	mt16lra050r	Painel rígido de lã mineral soldável, segundo EN 13162, revestido com betume asfáltico oxidado e filme de polipropileno termofusível, de 50 mm de espessura, resistência térmica >= 1,25 m²°C/W, condutibilidade térmica 0,039 W/(m°C).	1.888,90 m²
57	mt16pea020b	Painel rígido de poliestireno expandido, segundo NP EN 13163, bordo lateral recto, de 20 mm de espessura, resistência térmica 0,55 m²°C/W, condutibilidade térmica 0,036 W/(m°C), para junta de dilatação.	176,07 m²
58	mt16pxa010aa	Painel rígido de poliestireno extrudido, segundo EN 13164, de superfície lisa e bordo lateral a meia madeira, de 30 mm de espessura, resistência à compressão >= 300 kPa, resistência térmica 0,9 m²°C/W, condutibilidade térmica 0,034 W/(m°C), Euroclasse E de reacção ao fogo, com código de designação XPS-EN 13164-T1-CS(10/4)300-DLT(2)5-DS(TH)-WL(T)0,7--FT2.	4.159,30 m²
59	mt17coe070fd	Manga isolante de espuma elastomérica, de 23 mm de diâmetro interior e 25 mm de espessura, à base de borracha sintética flexível, de estrutura celular fechada.	13,15 m
60	mt17coe110	Cola para manga isolante elastomérica.	0,33 l
61	mt17poa010d	Filme de polietileno de 0,20 mm de espessura e 184 g/m² de massa superficial.	4.159,30 m²
62	mt18bcr010pAb800	Mosaico cerâmico de grés rústico 20x20 cm, 8,00€/m², segundo NP EN 14411.	1.888,90 m²
63	mt18bdb010a800	Tijoleira tradicional, acabamento mate ou natural, 8,00€/m², segundo NP EN 14411.	326,46 m²
64	mt18lev030aaCb	Placa de mármore Amarillo Marés com a qualidade exigida pelo método de classificação de "LEVANTINA", acabamento amaciado, de 60x40x3 cm, cor cinzento amarelado, procedente de Carravasa em La Romana, Alicante (Espanha); segundo NP EN 1469.	3.373,46 m²
65	mt18rcr010a300	Rodapé cerâmico de grés rústico, 7 cm, 3,00€/m.	719,58 m
66	mt18wwa090	Separadores de PVC, de 2 mm de espessura, para juntas horizontais em paramentos de pedra natural.	109.235,88 Ud
67	mt19paj020a	Repercussão por ancoragem oculta com encaixes de fixação ocultos (4 por ladrilho), de 5 mm de diâmetro mínimo e 30 mm de comprimento mínimo de aço inoxidável, em revestimento de paramentos com materiais pétreos.	3.212,82 m²
68	mt19paj100a	Repercussão por fixação das ancoragens em revestimento de paramentos com materiais pétreos com argamassa hidráulica.	3.212,82 m²
69	mt20ahp010j	Capeamento pré-fabricado de betão de cor branca, para revestimento de muros, em peças de 50x20x5 cm, com pingadeira e ancoragem metálica de aço inoxidável.	10,33 m
70	mt21veg011aaaa	Vidro duplo standard, conjunto constituído por vidro exterior Float incolor de 4 mm, caixa de ar desidratada com perfil separador de alumínio e dupla vedação perimetral, de 6 mm, e vidro interior Float incolor de 4 mm de espessura.	94,42 m²
71	mt21vva015	Cartucho de silicone sintético incolor de 310 ml (rendimento aproximado de 12 m por cartucho).	54,44 Ud
72	mt21vva021	Material auxiliar para a colocação de vidros.	93,86 Ud
73	mt22aap012a	Aro de madeira maciça, para porta de uma folha, com elementos de fixação.	89,00 Ud
74	mt22ata015ab	Guarnição de MDF, com acabamento em melamina, de cor branca, 70x10 mm.	904,80 m

75	mt22pxh025aa	Porta interior cega oca, de painel de fibras acabamento em melamina de cor branca, com alma alveolar de papel kraft, de 203x82,5x3,5 cm.	37,00 Ud
76	mt22pxh025ac	Porta interior cega oca, de painel de fibras acabamento em melamina de cor branca, com alma alveolar de papel kraft, de 203x62,5x3,5 cm.	52,00 Ud
77	mt23hbl010aa	Jogo de puxador par e espelho rectangular de latão preto brilho, série básica, para porta interior.	89,00 Ud
78	mt23ibl010p	Dobradiça de 100x58 mm, com remate, em latão preto brilho, para porta interior.	267,00 Ud
79	mt23ppb031	Parafuso de latão 21/35 mm.	1.602,00 Ud
80	mt23ppb200	Fechadura de embutir, frente, acessórios e parafusos de fixação, para porta interior, segundo EN 12209.	89,00 Ud
81	mt25pco015aa	Persiana de réguas enroláveis de PVC, accionamento manual através de fita e recolhedor, em caixilharia de alumínio, inclusive caixa de estore incorporada (monoblock). Segundo EN 13659.	0,79 m²
82	mt25pfx010a	Perfil de alumínio anodizado natural, para formação de aro de janela, gama básica, inclusive junta central de estanquidade, com o certificado de qualidade EWAA-EURAS (QUALANOD).	3,60 m
83	mt25pfx020a	Perfil de alumínio anodizado natural, para formação de folha de janela, gama básica, inclusive juntas de estanquidade da folha e junta exterior do envidraçado, com o certificado de qualidade EWAA-EURAS (QUALANOD).	3,40 m
84	mt25pfx030a	Perfil de alumínio anodizado natural, para formação de bite, gama básica, inclusive junta interior do vidro e parte proporcional de grampos, com o certificado de qualidade EWAA-EURAS (QUALANOD).	3,04 m
85	mt25pfx170h	Guia de persiana de alumínio anodizado natural, com o certificado de qualidade EWAA-EURAS (QUALANOD) que garante a espessura e a qualidade do processo de anodizado.	2,40 m
86	mt25pfx200ea	Kit composto por esquadros, tampas de condensação e saída de água, e ferragens de janela de abrir de abertura para o interior de uma folha.	1,00 Ud
87	mt26pec010baaa	Porta de entrada de uma folha de 52 mm de espessura, 790x2040 mm de vão e altura de passagem, acabamento pintado com resina de epóxi cor branca formada por duas chapas de aço galvanizado de 1 mm de espessura, dobradas, cunhadas com uma almofada superior e outra inferior a uma face, ensambladas e montadas, com câmara intermédia preenchida com poliuretano, sobre aro de aço galvanizado de 1,5 mm de espessura com ganchos de ancoragem à obra, inclusive dobradiças de aço latonado com regulação nas três direcções, segundo EN 1935, pernos anti-arrombamento, visor, fechadura de segurança embutida com três pontos de fecho, cilindro de latão com chave, escudo de segurança tipo roseta e maçaneta para a parte exterior e escudo e manivela de latão para a parte interior.	2,00 Ud
88	mt26pec015a	Pré-aro de aço galvanizado, para porta de entrada de aço galvanizado de uma folha, com ganchos de ancoragem à obra.	2,00 Ud
89	mt27pfj040a	Emulsão acrílica aquosa como fixador de superfícies, incolor, acabamento brilhante, aplicada com broxa, rolo ou pistola.	139,35 l
90	mt27pij040a	Tinta plástica para interior em dispersão aquosa, lavável, tipo II, permeável ao vapor de água, cor branco, acabamento mate, aplicada com broxa, rolo ou pistola.	193,54 l
91	mt30dpd010c	Escoamento para base de chuveiro com orifício de 90 mm.	3,00 Ud
92	mt30lla020	Válvula de seccionamento de 1/2", para sanita, acabamento cromado.	27,00 Ud
93	mt30par003ha	Base de chuveiro rectangular extraplano, de porcelana sanitária, modelo Malta "ROCA", cor Blanco, de 900x700x80 mm, com fundo anti-deslizante.	3,00 Ud
94	mt30smr019a	Taça de sanita de tanque baixo, de porcelana sanitária, modelo Meridian "ROCA", cor Blanco, de 370x645x790 mm, com jogo de fixação, segundo NP EN 997.	27,00 Ud

95	mt30smr021a	Cisterna de sanita, de dupla descarga, de porcelana sanitária, modelo Meridian "ROCA", cor Blanco, de 360x140x355 mm, com jogo de mecanismos de dupla descarga de 3/4,5 litros, segundo NP EN 997.	27,00 Ud
96	mt30smr022a	Assento e tampa de sanita, de queda amortecida, modelo Meridian "ROCA", cor Blanco.	27,00 Ud
97	mt30smr500	Joelho para drenagem vertical da sanita, "ROCA", segundo NP EN 997.	27,00 Ud
98	mt30www010	Material auxiliar para instalação de aparelho sanitário.	30,00 Ud
99	mt31gmo032a	Torneira mono-comando mural para chuveiro, com cartucho cerâmico, acabamento cromado, modelo Thesis "ROCA", composta de misturador com suporte de chuveiro integrado, chuveiro telefone e tubo flexível de 1,70 m de latão cromado, segundo EN 1287.	3,00 Ud
100	mt36bsp010g	Sifão de pavimento de PVC, de 90 mm de diâmetro e 80 mm de altura, com três entradas de 40 mm de diâmetro e uma saída de 50 mm de diâmetro, com tampa cega de aço inoxidável.	34,00 Ud
101	mt36tie010ed	Tubo de PVC, série B, de 90 mm de diâmetro e 3 mm de espessura, com extremo abocardado, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 15% relativamente a acessórios e peças especiais.	19,60 m
102	mt36tit010bc	Tubo de PVC, série B, de 40 mm de diâmetro e 3 mm de espessura, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 10% relativamente a acessórios e peças especiais.	63,83 m
103	mt36tit010cc	Tubo de PVC, série B, de 50 mm de diâmetro e 3 mm de espessura, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 10% relativamente a acessórios e peças especiais.	1,27 m
104	mt36tit010dc	Tubo de PVC, série B, de 75 mm de diâmetro e 3 mm de espessura, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 10% relativamente a acessórios e peças especiais.	106,09 m
105	mt36tit010de	Tubo de PVC, série B, de 75 mm de diâmetro e 3 mm de espessura, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 20% relativamente a acessórios e peças especiais.	68,82 m
106	mt36tit010di	Tubo de PVC, série B, de 75 mm de diâmetro e 3 mm de espessura, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 40% relativamente a acessórios e peças especiais.	73,53 m
107	mt36tit010fc	Tubo de PVC, série B, de 90 mm de diâmetro e 3,2 mm de espessura, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 10% relativamente a acessórios e peças especiais.	63,53 m
108	mt36tit010fe	Tubo de PVC, série B, de 90 mm de diâmetro e 3,2 mm de espessura, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 20% relativamente a acessórios e peças especiais.	90,31 m
109	mt36tit010fi	Tubo de PVC, série B, de 90 mm de diâmetro e 3,2 mm de espessura, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 40% relativamente a acessórios e peças especiais.	17,56 m
110	mt36tit010ge	Tubo de PVC, série B, de 110 mm de diâmetro e 3,2 mm de espessura, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 20% relativamente a acessórios e peças especiais.	8,22 m
111	mt36tit010gi	Tubo de PVC, série B, de 110 mm de diâmetro e 3,2 mm de espessura, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 40% relativamente a acessórios e peças especiais.	38,41 m
112	mt36tit010ii	Tubo de PVC, série B, de 160 mm de diâmetro e 3,2 mm de espessura, segundo NP EN 1329-1, com o preço incrementado em 40% relativamente a acessórios e peças especiais.	38,20 m
113	mt36tit400b	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de PVC, série B, de 40 mm de diâmetro.	60,79 Ud
114	mt36tit400c	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de PVC, série B, de 50 mm de diâmetro.	1,21 Ud
115	mt36tit400d	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de PVC, série B, de 75 mm de diâmetro.	243,39 Ud
116	mt36tit400f	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de PVC, série B, de 90 mm de diâmetro.	168,37 Ud

117	mt36tit400g	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de PVC, série B, de 110 mm de diâmetro.	46,63 Ud
118	mt36tit400i	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de PVC, série B, de 160 mm de diâmetro.	38,20 Ud
119	mt36tvg010dg	Tubo de PVC, de 75 mm de diâmetro e 1,2 mm de espessura, com o preço incrementado em 30% relativamente a acessórios e peças especiais.	19,20 m
120	mt36tvg400d	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de PVC, de 75 mm de diâmetro.	19,20 Ud
121	mt36vpj030a	Chapéu de ventilação de PVC, de 75 mm de diâmetro, para tubagem de ventilação.	7,00 Ud
122	mt36vpj030b	Chapéu de ventilação de PVC, de 90 mm de diâmetro, para tubagem de ventilação.	2,00 Ud
123	mt36vpj030c	Chapéu de ventilação de PVC, de 110 mm de diâmetro, para tubagem de ventilação.	2,00 Ud
124	mt36vpj030e	Chapéu de ventilação de PVC, de 160 mm de diâmetro, para tubagem de ventilação.	2,00 Ud
125	mt37aar010b	Aro e tampa de ferro fundido dúctil de 40x40 cm, segundo Companhia Abastecedora.	1,00 Ud
126	mt37avg102ba	Válvula de assento de polipropileno copolímero random (PP-R), de 25 mm de diâmetro.	24,00 Ud
127	mt37svc010l	Válvula adufa de latão fundido, para enroscar, de 1 1/2".	2,00 Ud
128	mt37sve010b	Válvula de esfera de latão niquelado para enroscar de 1/2".	2,00 Ud
129	mt37sve030e	Válvula de esfera de latão niquelado para enroscar de 1 1/4", com manípulo de encaixe quadrado.	1,00 Ud
130	mt37svs050a	Válvula de segurança anti-retorno, de latão cromado, com rosca de 1/2" de diâmetro, regulada a 8 bar de pressão, com manípulo de purga.	1,00 Ud
131	mt37toa110ac	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 25 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm e 2,3 mm de espessura, segundo NP EN ISO 15874-2, com o preço incrementado em 10% relativamente a acessórios e peças especiais.	508,60 m
132	mt37toa110bc	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 32 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm e 2,9 mm de espessura, segundo NP EN ISO 15874-2, com o preço incrementado em 10% relativamente a acessórios e peças especiais.	18,14 m
133	mt37toa110cc	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 40 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm e 3,7 mm de espessura, segundo NP EN ISO 15874-2, com o preço incrementado em 10% relativamente a acessórios e peças especiais.	3,50 m
134	mt37toa110dc	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 50 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm e 4,6 mm de espessura, segundo NP EN ISO 15874-2, com o preço incrementado em 10% relativamente a acessórios e peças especiais.	12,31 m
135	mt37toa110dg	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), de 50 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm e 4,6 mm de espessura, segundo NP EN ISO 15874-2, com o preço incrementado em 30% relativamente a acessórios e peças especiais.	0,63 m
136	mt37toa400a	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polipropileno copolímero random (PP-R), de 25 mm de diâmetro exterior.	508,60 Ud
137	mt37toa400b	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polipropileno copolímero random (PP-R), de 32 mm de diâmetro exterior.	18,14 Ud
138	mt37toa400c	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polipropileno copolímero random (PP-R), de 40 mm de diâmetro exterior.	3,50 Ud
139	mt37toa400d	Material auxiliar para montagem e fixação das tubagens de polipropileno copolímero random (PP-R), de 50 mm de diâmetro exterior.	12,31 Ud

140	mt37tpa011d	Ramal de ligação de polietileno PE 100, de 40 mm de diâmetro exterior, PN=10 atm e 2,4 mm de espessura, segundo NP EN 12201-2, inclusive p/p de acessórios de ligação e peças especiais.	6,91 m
141	mt37tpa012d	Abraçadeira de tomada em carga de PP, para tubo de polietileno, de 40 mm de diâmetro exterior, segundo EN ISO 15874-3.	1,00 Ud
142	mt37www010	Material auxiliar para instalações de abastecimento de água.	24,90 Ud
143	mt38tej021dd	Termoacumulador eléctrico para o serviço de A.Q.S., mural vertical, resistência blindada, capacidade 75 l, potência 2000 W, de 758 mm de altura e 450 mm de diâmetro, formado por cuba de aço vitrificado, isolamento de espuma de poliuretano, ânodo de sacrifício de magnésio, lâmpada de controlo, termómetro e termostato de regulação para A.Q.S. acumulada.	1,00 Ud
144	mt38tew010a	Tubo de ligação flexível de 20 cm e 1/2" de diâmetro.	29,00 Ud
145	mt38www011	Material auxiliar para instalações de A.Q.S.	1,00 Ud